

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Н.Ю. Колеснік

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з дисципліни

"ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЯ"

*(для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання,
освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напрям підготовки
0926 – «Водні ресурси», (6.060103 – «Гідротехніка (Водні ресурси)»)*

Харків – ХНАМГ – 2010

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Теплогазопостачання та вентиляція» (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання, освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напряму підготовки 0926 – «Водні ресурси», (6.060103 – «Гідротехніка (Водні ресурси)»)) / Укл.: Н.Ю. Колеснік. – Х.: ХНАМГ, 2010. - 58 с.

Укладач: Н.Ю. Колеснік

Рецензент: доц., к.т.н. О.В. Ромашко

Рекомендовано кафедрою водопостачання, водовідведення й очищення вод, протокол №10 від 14.05.2009 р.

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Дисципліна “Теплогазопостачання та вентиляція” є однією з профільних дисциплін спеціальності 6.092600 “Водопостачання і водовідведення за напрямком підготовки 0926 “Водні ресурси”. Комплексний характер цієї дисципліни обумовлений наявністю в системах опалення, вентиляції, газопостачання і гарячого водопостачання різних інженерних пристроїв, що забезпечують вироблення теплоти для систем опалення і гарячого водопостачання, подачу її споживачам, а також пристроїв систем вентиляції і кондиціонування повітря.

Будівництво теплових мереж, а також внутрішніх мереж опалення, вентиляції, газопостачання і гарячого водопостачання населених місць і промислових підприємств пов'язано з великими витратами матеріалів і людських ресурсів, що складають у деяких випадках до 70-80% загальних витрат на весь комплекс систем теплогазопостачання. Тому від розрахунку основних елементів систем опалення і вентиляції, кінцева мета якого – підбір опалювальних приладів і визначення оптимальних діаметрів труб систем опалення та вентиляції, значною мірою залежить ефективність використання капітальних вкладень у будівництво цих систем.

У методичних вказівках до практичних занять з курсу “Теплогазопостачання і вентиляція” представлені задачі, в яких визначають необхідні і дійсні опори теплопередачі, визначають основні і додаткові тепловтрати будинком, температури, необхідні для підбора опалювальних приладів, їхня кількість, а також виконують розрахунки повітрообміну, гравітаційного тиску природної каналної вентиляції і визначають опори мережі повітроводів.

Під час вирішення задач, наведених у цих методичних вказівках, необхідно користуватися відповідними нормами проектування.

Задачі можуть бути використані при виконанні розрахунково-графічних і контрольних робіт.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ І.І. ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЯ БУДИНКІВ

РОЗДІЛ І.ОПАЛЕННЯ БУДИНКІВ

При проектуванні систем опалення будинків виконують теплотехнічний розрахунок, що складається з розрахунків необхідного і дійсного опору теплопередачі конструкцій, що огорожують, визначення тепловитрат будинком, температур для підбору опалювальних приладів, підбирають їхню кількість.

1.1. Теплотехнічний розрахунок конструкцій, що огорожують

1.1.1. Теплотехнічний розрахунок стіни

Необхідний опір теплопередачі стіни, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, визначають за формулою

$$R_{0TP} = \frac{n(t_b - t_n)}{\Delta t_n \alpha_b} R_{ef}, \quad (1.1.1)$$

де n – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні конструкцій, що огорожують, стосовно зовнішнього повітря, приймають за табл.3* [2];

t_b – розрахункова температура внутрішнього повітря, прийнята рівною 18°C при $t_n \geq -30^\circ\text{C}$ і 20°C при $t_n \leq -31^\circ\text{C}$;

Δt_n – нормативний температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огороження, приймають за табл.2* [2];

$\alpha_b = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, що огорожує, приймають за табл.2 [2];

$R_{ef} = 1,1$ – підвищувальний коефіцієнт, прийнятий за табл.9а*[2];

$t_{n(p)}$ – розрахункова зимова температура зовнішнього повітря (параметри Б).

Дійсний опір теплопередачі зовнішньої стіни, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, обчислюють за формулою

$$R_o = (1/\alpha_b) + (\delta_{шт} / \lambda_{шт}) + (\delta_{ст} / \lambda_{ст}) + (1/\alpha_n), \quad (1.1.2)$$

де α_n – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні конструкції, що огорожує, прийнятий за табл.6 [2], $\alpha_n = 23 (\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

$\delta_{шт}, \delta_{ст}$ – товщина, м, відповідно штукатурного шару і стіни;

$\lambda_{шт}, \lambda_{ст}$ – коефіцієнти теплопровідності, $\text{Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$, відповідно штукатурного шару і стіни, взяті за [2, с.18].

Товщину стіни, м, визначають за формулою

$$\delta_{ст} = (R_o^{TP} - 1/\alpha_b - \delta_{шт} / \lambda_{шт} - 1/\alpha_n) \lambda_{ст}, \quad (1.1.3)$$

Теплову інерцію конструкції обчислюють за формулою

$$D = (\delta_{шт} / \lambda_{шт}) \cdot S_{шт} + (\delta_{ст} / \lambda_{ст}) \cdot S_{ст} , \quad (1.1.4)$$

де

$S_{шт}, S_{ст}$ – коефіцієнти теплозасвоєння, Вт/ м² °С, взяті за [2, с.18].

1.1.2.Визначення тепловтрат будинку

Розрахункові тепловтрати, Вт, визначають за формулою

$$Q = (Q_a + Q_v) - Q_n \quad (1.1.5)$$

де Q_a - основні тепловтрати крізь конструкції приміщення, що огорожують, Вт;

Q_v - витрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря у приміщеннях, що опалюються, Вт;

Q_n - тепловий потік, Вт, що регулярно надходить у приміщення від освітлення, електричних приладів, обладнання. При розрахунках теплової потужності опалювальних приладів житлових і громадських будинків величину Q_n не враховують.

Основні тепловтрати крізь конструкції приміщення, що огорожують, визначаємо шляхом підсумовування втрат теплоти крізь окремі конструкції, що огорожують, Вт, розраховані з округленням до 5 - 10 Вт за формулою

$$Q_a = \frac{A}{R_0} (t_v - t_n) (1 + \sum \beta) n, \quad (1.1.6)$$

де

A – розрахункова площа конструкції, що огорожує, м²;

R_0 – опір теплопередачі конструкції, що огорожує, (м² · °С)/ Вт (для вікна $R_0 = 1/R_{0 \text{ вікна}} - 1/R_{0 \text{ об стіни}}$);

t_v - розрахункова температура повітря всередині приміщення, °С. прийнята для: житлових кімнат -18 °С, кутових кімнат – 20 °С, кухонь з газовою плитою – 15 °С, ванн – 25 °С, для туалетів – 16 °С, для сходових кліток – 16 °С.

t_n - розрахункова температура зовнішнього повітря, прийнята за дод. 8 [1];

n – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні конструкцій, що огорожують, стосовно зовнішнього повітря, приймають за табл.3* [2];

β – додаткові втрати теплоти в частках від основних втрат, прийняті:

для приміщень у будинках будь-якого призначення для зовнішніх стін, дверей, вікон, звернених на північ, північний схід, північний захід – 0,1; на південний схід і захід, південний захід – 0,05; на південь – 0.

Витрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря у приміщеннях, що опалюються, Вт, які мають одну або більшу кількість вікон чи балконних дверей у зовнішніх стінах, враховуючи необхідність нагрівання

опалювальними приладами зовнішнього повітря в об'ємі однократного повітряобміну за годину, визначають за формулою

$$Q_e = 0,337 A_{\text{п}} h (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) , \quad (1.1.7)$$

де

$A_{\text{п}}$ – площа підлоги приміщення, м^2 ;

h – висота приміщення від підлоги до стелі, але не більше 3,5 м;

$t_{\text{в}}$ і $t_{\text{н}}$ - розрахункові температури внутрішнього і зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$.

1.2. Конструювання водяної системи опалення будівлі

Конструювання системи опалення роблять відповідно до СНІП 2.04.05 – 91 У. Як джерело теплопостачання приймають районну котельню чи ТЕЦ. Індивідуальний тепловий пункт розміщують у технічному підпіллі. Параметри теплоносія в системі опалення будинку 95-70 $^{\circ}\text{C}$. Опалювальну систему для кращого гідравлічного ув'язування втрат тиску в коротких і довгих кільцях її гілок рекомендується розбити по фасадах і на чотири гілки приблизно однакової довжини. У системі в цілому і на стояках потрібно передбачити установку запірно-регулюючої і спускної арматури, а також повітровидалення.

1.2.1. Розміщення опалювальних приладів на планах поверху

Приєднання опалювальних пристроїв до стояків

Опалювальні прилади розміщують у зовнішніх стін будинків, переважно під вікнами з метою зменшення холодних потоків повітря, що циркулюють біля вікна. З метою зменшення площі виступаючої поверхні приладу, їх розміщують в ніші, яку розташовують під вікнами. Глибина ніші дорівнює 130мм, у такому випадку тепловіддача опалювального приладу не зменшується, а коефіцієнт тепловіддачі приймають рівним коефіцієнтові теплопередачі приладу, який встановлюють без ніші.

Опалювальні прилади сходової клітки розташовують біля входу сходової клітки, але не допускається установка опалювального приладу в тамбурі, що сполучається із зовнішнім повітрям або поблизу зовнішніх одинарних дверей.

Опалювальні прилади сходової клітки приєднують до стояків, що, у свою чергу, автономно приєднані через магістральні трубопроводи до системного трубопроводу.

Не допускається приєднання приладів сходової клітки до приладів інших приміщень. Опалювальні прилади, розташовані на сходовій клітці, не повинні зменшувати ширину сходових маршів і сходової площадки та заважати руху людей.

У двотрубних і однокотрубних системах з верхньою прокладкою магістралі, що подає теплоносії, найбільш доцільно розміщувати прилади стосовно стояків таким чином, щоб кожен стояк мав двостороннє навантаження. До стояків, що живлять прилади сходових кліток, не можна приєднувати прилади інших приміщень. Живлення приладів сходових кліток рекомендують здійснювати за

однотрубною проточною схемою. Приєднання опалювальних приладів на “зчепленні” допускається тільки в межах одного приміщення, за винятком кухонь, коридорів, туалетів, умивальних та інших допоміжних приміщень, де їх можна приєднувати до приладів сусідньої кімнати. Прилади на “зчепленні” у теплотехнічному і гідравлічному розрахунку розглядають як один прилад.

Приклад розміщення опалювальних приладів на плані поверху та приєднання опалювальних пристроїв до стояків наведено на рис.1.1.

ПЛАН 2 ПОВЕРХУ

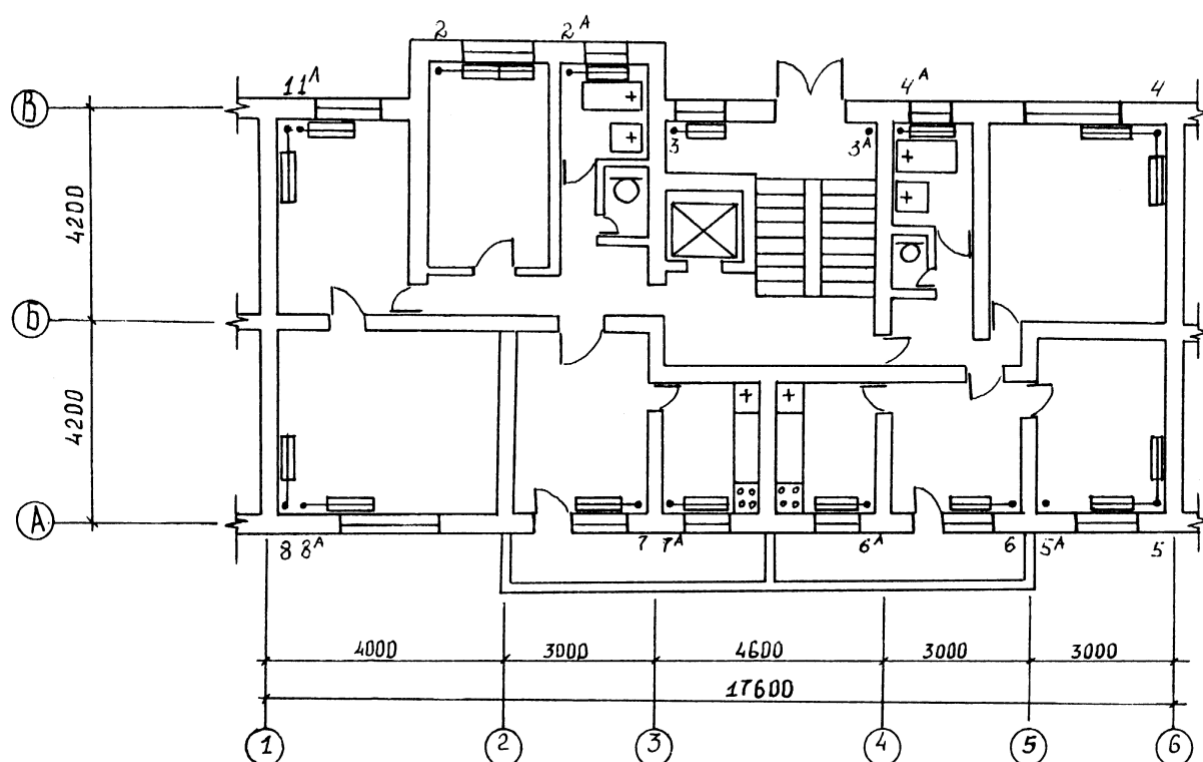


Рис.1.1 - Розміщення опалювальних приладів на плані поверху та приєднання опалювальних пристроїв до стояків

1.2.2. Розрахунок елементів системи водяного опалення

Розрахунок елементів системи водяного опалення виконано на прикладі підбору опалювальних приладів.

Підбір опалювальних приладів

Підбір полягає у визначенні кількості опалювальних приладів, необхідних для компенсації теплових втрат приміщеннями. Розрахунок ведуть у такій послідовності: викреслюють схему стояка з опалювальними приладами. На всіх приладах указують теплові потоки ,Вт, значення яких вибирають за результатами розрахунку тепловтрат приміщень, де розташовано стояки.

Необхідні величини визначають у наступному порядку: підраховують тепловий потік стояка $Q_{ст}$, Вт, і витрату води, кг/год, що проходить крізь стояк.

Витрату теплоносія (води), кг/год, що проходить крізь стояк визначають за формулою

$$G_{cm} = 3,6 \frac{Q_{cm}}{c(t_z - t_0)} = 3,6 \frac{Q_{cm}}{4,2(t_z - t_0)} = 0,86 \frac{Q_{cm}}{\Delta t}, \quad (1.2.1)$$

де $Q_{ст}$ - тепловий потік стояка, Вт;

c - питома теплоємність води, приймаємо рівною 4,2 кДж/кг $^{\circ}\text{C}$;

$\Delta t = t_r - t_o$,

де t_r - температура води, що надходить у стояк, $t_r = 95^{\circ}\text{C}$;

t_o - температура води, що виходить зі стояка, $t_o = 70^{\circ}\text{C}$.

Температуру води, що входить у прилад, $^{\circ}\text{C}$, знаходять за формулою

$$t_{ex} = t_z - \frac{\sum Q_{np}}{G_{cm}}, \quad (1.2.2)$$

де $\sum Q_{np}$ - сумарне теплове навантаження опалювальних приладів, розташованих по ходу теплоносія до розрахункової точки стояка,

t_r - температура води, що входить у прилад $^{\circ}\text{C}$.

Витрату води крізь прилад, кг визначають за формулою

$$G_{np} = \alpha \cdot G_{ст}, \quad (1.2.3)$$

де α - коефіцієнт затікання, у проточних і проточно - регульованих системах, при односторонньому приєднанні $\alpha = 1$, при двосторонньому $\alpha = 0,5$.

Температурний перепад води в приладі Δt_{np} , $^{\circ}\text{C}$ визначають за формулою

$$\Delta t_{np} = 0,86 \frac{Q_{np}}{\alpha \cdot G_{cm}} \quad \text{або} \quad 0,86 \frac{Q_{np}}{G_{np}} \quad (1.2.4)$$

Середню температуру води в опалювальному приладі, $^{\circ}\text{C}$ обчислюють за формулою

$$t_{cp.np} = t_{ex} - \frac{\Delta t_{np}}{2} \quad (1.2.5)$$

Температурний напір, $^{\circ}\text{C}$ визначають за формулою

$$\Delta t_r = t_{cp.np} - t_b, \quad (1.2.6)$$

де t_b - температура всередині приміщення, $^{\circ}\text{C}$.

Визначають необхідний номінальний тепловий потік, Вт, за формулою

$$Q_{н.т.} = Q_{np} / \varphi_k, \quad (1.2.7)$$

де Q_{np} - необхідна теплопередача приладу в приміщення, Вт, яку визначають за формулою

$$Q_{np} = Q_n - 0,9 Q_{тр}, \quad (1.2.8)$$

де Q_n - тепловий потік приладу, Вт, дорівнює втратам теплоти приміщення;

Q_{mp} - тепловий потік відкрито розташованих труб, Вт, знаходять за формулою

$$Q_{mp} = q_g l_g + q_z l_z, \quad (1.2.9)$$

де $l_{гор.}$ - довжина горизонтального трубопроводу, м ; $l_{гор.} = l_m$

$l_{верт.}$ - довжина вертикального трубопроводу, м; $l_{верт.} = l_{ст} - 0,5$ м (до пробки приладу);

q_g, q_z - теплові потоки труб водяного опалення, Вт на 1 м труб, приймаємо за табл.П.22[7] чи за дод.1 залежно від положення труб, а також Δt_{cp} ;

φ_k - комплексний коефіцієнт приведення, визначають за формулою

$$\varphi_k = \left(\frac{\Delta t_{cp}}{70} \right)^{1+n} \left(\frac{G_{np}}{360} \right)^p b \psi, \quad (1.2.10)$$

де Δt_{cp} - різниця середньої температури води в приладі й температури внутрішнього повітря t_v , °С, знаходять за формулою

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_{ex} - t_{вих}}{2} - t_g = t_{ex} - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_g = \Delta t_m, \quad (1.2.11)$$

де $t_{вх}$ та $t_{вих}$ - температура на вході й виході з прилада, °С;

G_{np} - витрата води в приладі, кг/год, визначають за формулою (1.2.1);

b - коефіцієнт урахування атмосферного тиску в районі будівництва, приймають за дод.2;

ψ - коефіцієнт урахування напрямку руху теплоносія в приладі, прийнято $\psi=1$;

n, p, c - експериментальні числові показники, визначають за табл.9.2 [7] чи за дод.3.

Підбір радіаторів здійснюють в такий спосіб.

Знаходять номінальну кількість секцій чавунного радіатора за формулою

$$N = \frac{Q_{н.м.}}{f}, \quad (1.2.12)$$

де f - номінальний тепловий потік однієї секції радіатора, Вт, визначають за дод.5.

Потім знаходять орієнтовочну кількість секцій чавунного радіатора за формулою

$$N_{min} = \frac{Q_{н.м.} \beta_2}{f \cdot \beta_3}, \quad (1.2.13)$$

де β_2 - коефіцієнт урахування засобу встановлення опалювальних пристроїв, при відкритому встановленні $\beta_2=1$;

β_3 - коефіцієнт урахування кількості секцій у приладі, знаходять за формулою

$$\beta_3 = 0,97 + \frac{34}{N \cdot f} \quad (1.2.14)$$

Підбір конвекторів і панельних радіаторів здійснюють в такий спосіб.

Необхідну площу зовнішньої поверхні конвекторів і сталевих панельних радіаторів, м^2 визначають за формулою

$$A_{np} = \frac{Q_{np}}{70 K_{н.у.} \varphi_k}, \quad (1.2.15)$$

де $K_{н.у.}$ – номінальний умовний коефіцієнт теплопередачі опалювального приладу, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, за дод. 4 чи визначають за формулою

$$K_{н.у.} = \frac{Q_{н.у.}}{F \cdot 70}, \quad (1.2.16)$$

де $Q_{н.у.}(f)$ – номінальний тепловий потік радіатора, Вт ;

F – площа зовнішньої поверхні нагріву, м^2 .

Потім за дод.5 знаходять тип приладу залежно від його необхідної площі.

ПРИКЛАДИ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ З РОЗДІЛУ I

Приклад 1. Визначити необхідний опір теплопередачі, якщо нормативний температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огороження $\Delta t_n = 6^\circ \text{C}$; підвищувальний коефіцієнт $R_{\text{еф}} = 1,1$; розрахункова зимова температура зовнішнього повітря $t_n = -19^\circ \text{C}$; розрахункова температура внутрішнього повітря $t_v = 18^\circ \text{C}$; коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні конструкції, що огорожує, щодо зовнішнього повітря, $n = 1$; коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, що обгороджує $\alpha_v = 8,7 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

Вирішення. Необхідний опір теплопередачі двошарової стіни, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, що складається з пензобетону і штукатурки з цементно-піщаного розчину, визначають за формулою (1.1.1)

$$R_o^{\text{тп}} = \frac{1(18 - (-19))}{6 \cdot 8,7} 1,1 = 0,78 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}).$$

Приклад 2. Визначити товщину двошарової стіни, якщо необхідний опір теплопередачі стіни $R_o^{\text{тп}} = 0,78 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$; коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, що огорожує $\alpha_v = 8,7 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$; товщина штукатурного шару $\delta_{\text{шт}} = 0,02 \text{ м}$; коефіцієнти теплопровідності відповідно штукатурного шару і стіни, $\lambda_{\text{шт}} = 0,7 \text{ Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$, $\lambda_{\text{ст}} = 0,62 \text{ Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$; коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні конструкції, що огорожує $\alpha_n = 23 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

Вирішення. Товщину стіни визначають за формулою (1.1.3)

$$\delta_{\text{ст}} = (0,78 - 1/8,7 - 0,02/0,7 - 1/23) \cdot 0,62 = 0,368 \text{ м}$$

Приклад 3. Визначити дійсний опір теплопередачі, якщо коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні конструкції, що огорожує $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$; товщина штукатурного шару $\delta_{\text{шт}} = 0,02 \text{ м}$; товщина стіни $\delta_{\text{ст}} = 0,4 \text{ м}$; коефіцієнт теплопровідності штукатурного шару $\lambda_{\text{шт}} = 0,7 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$; коефіцієнт теплопровідності стіни $\lambda_{\text{ст}} = 0,62 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$; коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, що огорожує $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$.

Вирішення. Дійсний опір теплопередачі зовнішньої стіни визначають за формулою (1.1.2)

$$R_o = 1/\alpha_{\text{в}} + \delta_{\text{шт}}/\lambda_{\text{шт}} + \delta_{\text{ст}}/\lambda_{\text{ст}} + 1/\alpha_{\text{н}} = \\ 1/8,7 + 0,02/0,7 + 0,4/0,62 + 1/23 = 0,83 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт)}.$$

Приклад 4. Визначити теплову інерцію двошарової конструкції, що складається з оштукатуреної стіни, якщо коефіцієнти теплоусвоєння $S_{\text{шт}} = 8,69 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$ і $S_{\text{ст}} = 8,54 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$; товщина штукатурного шару $\delta_{\text{шт}} = 0,02 \text{ м}$; товщина стіни $\delta_{\text{ст}} = 0,4 \text{ м}$; коефіцієнт теплопровідності штукатурного шару $\lambda_{\text{шт}} = 0,7 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$; коефіцієнт теплопровідності стіни $\lambda_{\text{ст}} = 0,62 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$.

Вирішення. Теплову інерцію конструкції визначають за формулою (1.1.4)

$$D = (0,02/0,7) \cdot 8,69 + (0,4/0,62) \cdot 8,54 = 5,76$$

Приклад 5. Визначити основні втрати теплоти кутової кімнати першого поверху, якщо площа стіни, орієнтованої на північний захід, $A_1 = 10,24 \text{ м}^2$, площа стіни, орієнтованої на південний захід, $A_2 = 15,94 \text{ м}^2$, площа вікна, орієнтованого на північний захід, $A_3 = 1,8 \text{ м}^2$, площа підлоги $A_4 = 11,76 \text{ м}^2$, розрахункова зимова температура зовнішнього повітря $t_{\text{н}} = -19^\circ\text{С}$; розрахункова температура внутрішнього повітря $t_{\text{в}} = 20^\circ\text{С}$; опір теплопередачі конструкцій, що огорожують, $R_{\text{ст}} = 0,83 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$; $R_{\text{до}} = 0,39 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$; $R_{\text{підл}} = 1,25 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$; коефіцієнт, прийнятий у залежності від положення зовнішньої поверхні конструкції, що огорожує, щодо зовнішнього повітря $n = 1$ (для стін і вікна), $n = 0,4$ (для підлоги).

Вирішення. Основні втрати теплоти через конструкції приміщення, що огорожують, (для даної кутової кімнати крізь стіни, вікно і підлогу) визначають шляхом підсумовування втрат теплоти через окремі конструкції, що огорожують, Вт, розраховані з округленням до 5 - 10 Вт за формулою (1.1.6)

$$Q_1 = \frac{10,24}{0,83} [20 - (-19)] (1 + 0,1) \cdot 1 = 530 \text{ Вт};$$

$$Q_2 = \frac{15,94}{0,83} [20 - (-19)] (1 + 0,05) \cdot 1 = 790 \text{ Вт};$$

+

$$Q_3 = \frac{1,8}{1/0,39 - 1/0,83} [20 - (-19)] (1 + 0,1) \cdot 1 = 60 \text{ Вт};$$

$$Q_4 = \frac{11,76}{1,25} [20 - (-19)] (1 + 0,0) \cdot 0,4 = 150 \text{ Вт};$$

$$Q_a = \sum Q_{1+2+3+4} = 1530 \text{ Вт}.$$

Приклад 6. Визначити кількість теплоти, необхідної на нагрівання вентиляційного повітря приміщення висотою 3 м, площею 11,76 м², якщо розрахункова зимова температура зовнішнього повітря $t_n = -19^\circ\text{C}$; розрахункова температура внутрішнього повітря $t_b = 20^\circ\text{C}$.

Вирішення. Витрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря у приміщеннях, що опалюються, Вт, які мають одну чи більшу кількість вікон чи балконних дверей у зовнішніх стінах, враховуючи необхідність нагрівання опалювальними приладами зовнішнього повітря в об'ємі однократного повітряобміну за годину, визначають за формулою (1.1.7)

$$Q_v = 0,337 \cdot 11,76 \cdot 3 \cdot (20 - (-19)) = 465 \text{ Вт}.$$

Приклад 7. Визначити витрату теплоносія крізь стояк, якщо теплове навантаження стояка 12620 Вт, температура гарячої води 95°C , температура в зворотній магістралі 70°C .

Вирішення. Витрату теплоносія (води), кг/год, що проходить крізь стояк визначають за формулою (1.2.1)

$$G_{cm1} = 0,86 \frac{12620}{25} = 434 \text{ кг/год}.$$

Приклад 8. Визначити температуру води, що входить у прилад, якщо теплове навантаження приладу 1335 Вт, витрата води в стояку 650 кг/год, $t_r = 95^\circ\text{C}$.

Вирішення. Температуру води, що входить у прилад, °C, визначають за формулою (1.2.2)

$$t_{\text{вх}} = 95 - \frac{1335}{650} = 92,95^{\circ} \text{C}.$$

Приклад 9. Визначити температурний напір для підбора опалювального приладу, якщо теплове навантаження приладу 1000Вт, витрата води крізь прилад 500 кг/год, температура води, що входить у прилад 93° C, температура внутрішнього повітря $t_{\text{в}} = 20^{\circ} \text{C}$.

Вирішення. Температурний перепад води в приладі $\Delta t_{\text{пр}}$ визначають за формулою (1.2.4)

$$\Delta t_{\text{пр}} = 0,86 \frac{1000}{500} = 1,72^{\circ} \text{C},$$

потім визначають за формулою (1.2.5) середню температуру води в опалювальному приладі

$$t_{\text{ср.пр.}} = 93 - \frac{1,72}{2} = 92,14^{\circ} \text{C},$$

потім за формулою (1.2.6) визначають температурний напір

$$\Delta t_{\text{т}} = 92,14 - 20 = 72,14^{\circ} \text{C}.$$

Приклад 10. Визначити тепловий потік відкрито прокладених труб діаметром 20 мм, якщо довжина горизонтального трубопроводу $l_{\text{гор.}} = 1\text{м}$; довжина вертикального трубопроводу $l_{\text{верт.}} = 2,5\text{ м}$; $\Delta t_{\text{т}} = 72,14^{\circ} \text{C}$

Вирішення. Тепловий потік відкрито прокладених труб (горизонтальних та вертикальних) знаходять за табл.П.22[7] чи за дод.1, які дорівнюють $q_{\text{г}} = 77\text{Вт/м}$, $q_{\text{в}} = 96\text{ Вт/м}$.

Тепловий потік відкрито прокладених труб визначають за формулою (1.2.9)

$$F_{\text{тр}} = 77 \cdot 2,5 + 96 \cdot 1,0 = 288 \text{ Вт}.$$

Приклад 11. Визначити мінімальну кількість секцій чавунного секційного радіатора, якщо теплове навантаження приладу 1000Вт; комплексний коефіцієнт приведення $\phi = 1,02$; коефіцієнти β_3 і $\beta_2 = 1$; тепловий потік відкрито прокладених труб 300 Вт; номінальний тепловий потік однієї секції радіатора 164 Вт.

Вирішення. Розрахункове число секцій чавунного секційного радіатора визначають за формулою (1.2.13) з урахуванням формул (1.2.7) і (1.2.8). Спочатку за формулою (1.2.8) визначають необхідну теплопередачу приладу в приміщення

$$Q_{np} = 1000 - 0,9 \cdot 300 = 730 \text{ Вт},$$

потім визначають за формулою (1.2.7) необхідний номінальний тепловий потік

$$Q_{н.т.} = 730 / 1,02 = 715,68 \text{ Вт},$$

потім за формулою (1.2.13) визначають розрахункову (мінімальну) кількість секцій чавунного секційного радіатора

$$N_{\min} = \frac{Q_{н.т.} \cdot \beta_2}{f \cdot \beta_3} = \frac{715,68 \cdot 1}{164 \cdot 1} = 4,36 \approx 4 \text{ секції}.$$

Приклад 12. Підібрати конвектор типу “Універсал”, якщо необхідна теплопередача приладу в приміщення 900 Вт, номінальний умовний коефіцієнт теплопередачі опалювального приладу 6 Вт/(м² · К), комплексний коефіцієнт приведення $\phi = 1,02$.

Вирішення. Необхідну площу зовнішньої поверхні конвекторів визначають за формулою (1.2.15)

$$A_{np} = \frac{Q_{np}}{70 K_{н.у.} \phi_k} = \frac{900}{70 \cdot 6 \cdot 1,02} = 2,1 \text{ м}^2.$$

За дод.4 приймаємо для встановлення один кінцевий конвектор “Універсал” марки КН20- 786к з площею 2,2 м².

ВАРІАНТИ ЗАДАЧ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ З РОЗДІЛУ I

Вихідні дані для вирішення задач наведені в таблицях.

Задача 1

Визначити необхідний опір теплопередачі, якщо нормативний температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огороження $\Delta t_n = 6^\circ \text{C}$; підвищувальний коефіцієнт $R_{эф} = 1,1$; коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, що огорожує $\alpha_b = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|---|------------------|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Температура зовнішнього повітря t_n | -15 | -22 | -32 | -23 | -30 |
| Коефіцієнт, прийнятий залежно від положення конструкції, що огорожує, n | 1 | 1 | 0,4 | 0,9 | 0,4 |

Задача 2

Визначити товщину двошарової стіни, якщо коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, що огорожує $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$; коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні конструкції, що огорожує $\alpha_{\text{н}} = 23 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|--|------------------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Необхідний опір теплопередачі стіни $R_{\text{оп}}$, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С} / \text{Вт}$ | 0,77 | 0,82 | 0,85 | 0,92 | 1,01 |
| Товщина штукатурного шару $\delta_{\text{шт}}$, м | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 |
| Коефіцієнт теплопровідності стіни, $\lambda_{\text{ст}}$, $\text{Вт} / \text{м} \cdot ^\circ\text{С}$ | 1,86 | 0,96 | 0,7 | 0,81 | 1,75 |
| Коефіцієнт теплопровідності штукатурного шару, $\lambda_{\text{шт}}$, $\text{Вт} / \text{м} \cdot ^\circ\text{С}$ | 0,7 | 0,83 | 0,96 | 0,72 | 0,84 |

Задача 3

Визначити дійсний опір теплопередачі, якщо коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні конструкції, що огорожує $\alpha_{\text{н}} = 23 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$; коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, що огорожує $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|---|------------------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Товщина штукатурного шару $\delta_{\text{шт}}$, м | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,03 |
| Товщина стіни $\delta_{\text{ст}}$, м | 0,4 | 0,45 | 0,51 | 0,55 | 0,40 |
| Коефіцієнт теплопровідності штукатурного шару $\lambda_{\text{шт}}$, $\text{Вт} / \text{м} \cdot ^\circ\text{С}$ | 0,71 | 0,84 | 0,77 | 0,85 | 0,81 |
| Коефіцієнт теплопровідності стіни $\lambda_{\text{ст}}$, $\text{Вт} / \text{м} \cdot ^\circ\text{С}$ | 0,83 | 0,85 | 0,87 | 0,97 | 1,05 |

Задача 4

Визначити теплову інерцію двошарової конструкції, що складається з стіни і штукатурного шару.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|---|------------------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Коефіцієнт теплосасвоєння штукатурного шару $S_{\text{шт}}$, $\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$ | 9,67 | 8,64 | 10,1 | 8,69 | 9,45 |
| Коефіцієнт теплосасвоєння стіни $S_{\text{ст}}$, $\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$ | 8,56 | 8,36 | 9,35 | 9,25 | 8,75 |
| Коефіцієнт теплопровідності штукатурного шару $\lambda_{\text{шт}}$, $\text{Вт} / \text{м} \cdot ^\circ\text{С}$ | 0,71 | 0,75 | 0,81 | 0,83 | 0,85 |
| Коефіцієнт теплопровідності стіни $\lambda_{\text{ст}}$, $\text{Вт} / \text{м} \cdot ^\circ\text{С}$ | 0,82 | 0,86 | 0,95 | 1,01 | 1,05 |

Задача 5

Визначити основні втрати теплоти кутової кімнати першого поверху, якщо коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні конструкції, що огорожує, щодо зовнішнього повітря $n = 1$ (для стін і вікна), $n = 0,4$ (для підлоги).

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|---|------------------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Площа стіни, m^2 | 17,3 | 15,6 | 19,8 | 15,2 | 16,4 |
| Площа вікна, m^2 | 1,8 | 2,0 | 2,4 | 2,2 | 2,6 |
| Орієнтація огороження | С-З | В | Ю-З | Ю-В | З |
| Площа підлоги, m^2 | 11, 8 | 12,3 | 13,5 | 19,5 | 17,8 |
| Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря $t_n, ^\circ C$ | -21 | -23 | -32 | -18 | -15 |
| Розрахункова температура внутрішнього повітря $t_v, ^\circ C$ | 25 | 18 | 20 | 15 | 16 |
| Опір теплопередачі стіни $R_{ст}, m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ | 0,82 | 0,83 | 0,96 | 0,78 | 0,69 |
| Опір теплопередачі вікна $R_{до}, m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ | 0,31 | 0,39 | 0,55 | 0,29 | 0,25 |
| Опір теплопередачі статі $R_{пл}, m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ | 1,68 | 2,06 | 2,5 | 1,51 | 1,34 |

Задача 6

Визначити кількість теплоти, необхідної для нагрівання вентиляційного повітря приміщення.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|--|------------------|-------|-------|-------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Висота приміщення, м | 3 | 3,3 | 2,5 | 3,15 | 3,2 |
| Площа підлоги, m^2 | 16,52 | 17,86 | 15,22 | 14,86 | 23,4 |
| Температура зовнішнього повітря $t_n, ^\circ C$ | -19 | -25 | -31 | -33 | -15 |
| Температура внутрішнього повітря $t_v, ^\circ C$ | 25 | 15 | 20 | 18 | 16 |

Задача 7

Визначити витрату теплоносія крізь стояк, якщо температура гарячої води 95°C , температура в зворотній магістралі 70°C .

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|---------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Теплове навантаження стояка, Вт | 11000 | 13000 | 15600 | 17000 | 12400 |

Задача 8

Визначити температуру води, що входить у прилад, якщо $t_r = 95^{\circ}\text{C}$.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|----------------------------------|------------------|------|-----|-----|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Теплове навантаження приладу, Вт | 1100 | 2300 | 560 | 700 | 1240 |
| Витрата води крізь стояк, кг/год | 700 | 600 | 800 | 750 | 560 |

Задача 9

Визначити температурний напір для підбора опалювального приладу.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|---|------------------|------|-----|-----|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Теплове навантаження приладу, Вт | 1100 | 2300 | 560 | 700 | 1240 |
| Витрата води крізь прилад, кг/год | 700 | 600 | 800 | 750 | 560 |
| Температура води, що входить у прилад, $^{\circ}\text{C}$ | 95 | 93 | 91 | 89 | 87 |
| Температура внутрішнього повітря t_v , $^{\circ}\text{C}$ | 25 | 20 | 18 | 16 | 15 |

Задача 10

Визначити тепловий потік відкрито прокладених труб діаметром 20 мм, якщо довжина горизонтального трубопроводу $l_{гор.}=1\text{м}$; довжина вертикального трубопроводу $l_{верт.}=2,5\text{ м}$.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|---|------------------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Температурний напір, $^{\circ}\text{C}$ | 74,4 | 75,6 | 73,6 | 77,6 | 68,8 |

Задача 11

Визначити мінімальну кількість секцій чавунного секційного радіатора, якщо коефіцієнти β_3 і $\beta_2 = 1$.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|--|------------------|-------|-------|------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Теплове наванта-ження приладу ,Вт | 1000 | 1100 | 950 | 580 | 780 |
| Комплексний коефіцієнт приведення ϕ | 1,02 | 1,03 | 1,05 | 1,02 | 1,04 |
| Тепловий потік труб , Вт | 300 | 290 | 280 | 270 | 260 |
| Номінальний теп-ловий потік 1 секц. радіатора, кВт | 0,185 | 0,174 | 0,178 | 0,14 | 0,164 |

Задача 12

Підібрати конвектор типу “Універсал”.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|--|------------------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Необхідна тепло-передача приладу в приміщення, Вт | 1000 | 1100 | 950 | 580 | 780 |
| Комплексний кое-фіцієнт приведен-ня ϕ | 1,02 | 1,03 | 1,05 | 1,02 | 1,04 |
| Умовний коефіці-єнт теплопередачі опалювального приладу, Вт/(м ² · К) | 5,2 | 6 | 5,1 | 4,24 | 4,93 |

РОЗДІЛ II. ВЕНТИЛЯЦІЯ БУДИНКІВ

При проектуванні системи природної каналної вентиляції будинків виконують розрахунок природного гравітаційного тиску, визначають опір мережі воздуховодів і дають висновок про стійкість роботи системи природної каналної вентиляції.

2.1. Розрахунок витрат повітря у приміщеннях

Для житлових і суспільних будинків основними шкідливостями є надлишки теплоти, надлишки вологи і вуглекислий газ.

Якщо характер і кількість шкідливостей не піддаються обліку, необхідний повітрообмін визначається за кратностями. У цьому випадку годинна витрата повітря L , м³/год, що видаляється витяжною системою вентиляції, визначають за кратністю

$$L = VK_p, \quad (2.1.1)$$

де V - об'єм приміщення, м³;

K_p - кратність повітрообміну, приймається для різних приміщень за табл. VII.7[6].

У тих випадках, коли шкідливості, що виділяються, піддаються обліку і є можливість визначити їхню кількість, що надходить у приміщення, необхідний повітрообмін визначають розрахунком за формулами:

При тепловиділеннях:

$$L = \frac{Q}{c\rho(t_y - t_n)}, \quad (2.1.2)$$

де Q - надлишкові тепловиділення у приміщенні, Вт/год(кдж);

c - теплоємність повітря, кдж/кг·°С;

ρ - щільність повітря, кг/м³;

t_y - температура внутрішнього повітря, що видаляється з приміщення, °С;

t_n - температура зовнішнього (приточного) повітря, °С.

При вологовиділеннях:

$$L = \frac{D}{(d_g - d_n)\rho}, \quad (2.1.3)$$

де D - вологовиділення у приміщенні, г/год;

d_g - вологовміст внутрішнього повітря, г/кг;

d_y - вологовміст зовнішнього повітря, г/кг;

ρ - щільність повітря, кг/м³.

При газовиділеннях:

$$L = G/(B_g - B_n), \quad (2.1.4)$$

де G - газовиділення у приміщенні, л/год;

B_g - гранично допустимий вміст газу в повітрі приміщення, л/м³;

B_n - вміст газу в зовнішньому повітрі, л/м³.

Гранично допустимі концентрації вуглекислоти (CO_2) у повітрі приміщення, л/м^3 , складають:

- при постійному перебуванні людей (житлові кімнати) - 1;
- при періодичному перебуванні (установи) – 1,25;
- при короточасному перебуванні (кінотеатри) - 2;
- для дитячих установ і лікарень – 0,7.

Кількість вуглекислоти, л/год , яка виділяється людиною залежно від характеру її роботи, складає:

- фізична легка робота – 25;
- фізична важка робота – 45
- розумова робота (в установах) – 23;
- у стані спокою (кінотеатри, театри) - 20;
- діти в русі – 20.

Вміст CO_2 у зовнішньому повітрі великих міст – $0,5 \text{ л/м}^3$; невеликих – $0,4 \text{ л/м}^3$; населених пунктів (село) – $0,33 \text{ л/м}^3$.

2.2. Розміщення каналів та повітроводів на плані останнього поверху

Для житлового будинку проектують витяжну природну каналну систему вентиляції, з улаштуванням каналів у внутрішніх стінах. У квартирах з наскрізним чи кутовим провітрюванням, а також в одно-, дво- і трикімнатних квартирах витяжну вентиляцію здійснюють з туалетів, ванних чи об'єднаних санітарних вузлів і кухонь. У квартирах з чотирма і більше кімнатами без наскрізного чи кутового провітрювання, повинна бути передбачена витяжна вентиляція безпосередньо з житлових кімнат (не суміжних з кухнями і санвузлами), кухонь, санвузлів і ванних.

Радіус дії систем вентиляції з природним спонуканням приймають не більше 8 м.

У житлових будинках з числом поверхів більше 5 допускається об'єднання витяжних каналів з кожних 4-5 поверхів в один збірний канал.

У житлових будинках квартирної типу допускається об'єднання вентиляційних каналів:

з житлових кімнат однієї квартири в один вентиляційний канал, відособлений від вентиляційних каналів з кухні й санітарного вузла тієї ж квартири;

з туалету і ванною тієї ж квартири;

в одній із двох суміжних кімнат при наявності між ними дверей.

Вентиляційні канали проектують в такий спосіб.

При наявності в будинках внутрішніх цегельних стін їх використовують для прокладки вентиляційних каналів, які влаштовують у товщі стіни чи борознах, що закриваються зовні плитами. Найменший розмір каналів у цегельних стінах $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ цегли (140 x 140 мм). Товщину стінок каналу приймають не менше $\frac{1}{2}$ цегли, простінки між однойменними каналами- $\frac{1}{2}$ цегли, між різнойменними – 1 цегла.

Канали у внутрішніх цегельних стінах улаштовують біля прорізів і стиків стін на відстані не менше $1\frac{1}{2}$ цегли. Співвідношення сторін каналу слід приймати не більше 1: 3, переріз каналу – кратним розміру цегли.

У знов споруджуваних будинках канали роблять у товщі внутрішніх перегородок. При відсутності цегельних капітальних стін, а в існуючих будинках при відсутності каналів у внутрішніх стінах улаштовують приставні канали з блоків чи плит, найменший розмір каналів 100 x 150 мм. Приставні канали у приміщеннях з нормальною вологістю повітря виконують з гіпсових і шлакообпиченогіпсових плит, з підвищеною вологістю повітря – зі шлакобетонних чи бетонних плит. Товщину плит приймають не менше 35-40 мм.

У приміщеннях на каналах установлюють ґрати з регульовальними пристроями. У газифікованих кухнях установлюють нерегульовані ґрати і ковпак (витяжку) над плитою. Ґрати виробляють з металу, пластмаси, гіпсу.

Вентиляційні ґрати встановлюють на відстані 200-500 мм від стелі. Розмір їх визначають, виходячи зі швидкості приходу повітря (0,5- 1 м/с). На велику швидкість розраховують ґрати нижніх, а на меншу – верхніх поверхів.

Випуск повітря назовні здійснюють за допомогою витяжних шахт, на устя яких установлюють парасольку для запобігання попаданню вологи. Відстань від покрівлі (біля труби) до низу вихідного отвору чи парасольки повинне бути не менше 0,5 м і не більше 1,5 м.

Проектування витяжної природної вентиляції в будинку більше 5 поверхів виконують в наступній послідовності: на 5 поверсі створюють горизонтальний збірний канал, що об'єднує вертикальні канали перших п'яти поверхів і виводиться у загальний канал, а інші (верхні) поверхи підключають безпосередньо до загального каналу (див. рис. 6.1). Цей канал має витяжну шахту, обладнану на кінці парасолькою. Припустиму швидкість повітря у воздуховодах і ґратах приймають наступною: у горизонтальних збірних каналах – 0,5-1 м/с; вертикальних каналах – 0,5-1 м/с; у витяжних шахтах – 1,0 – 1,5 м/с [5, табл. VII.9].

Приклад розміщення каналів і повітроводів на плані останнього поверху 7-поверхового будинка наведено на рис.2.1.

ПЛАН 7 ПОВЕРХУ

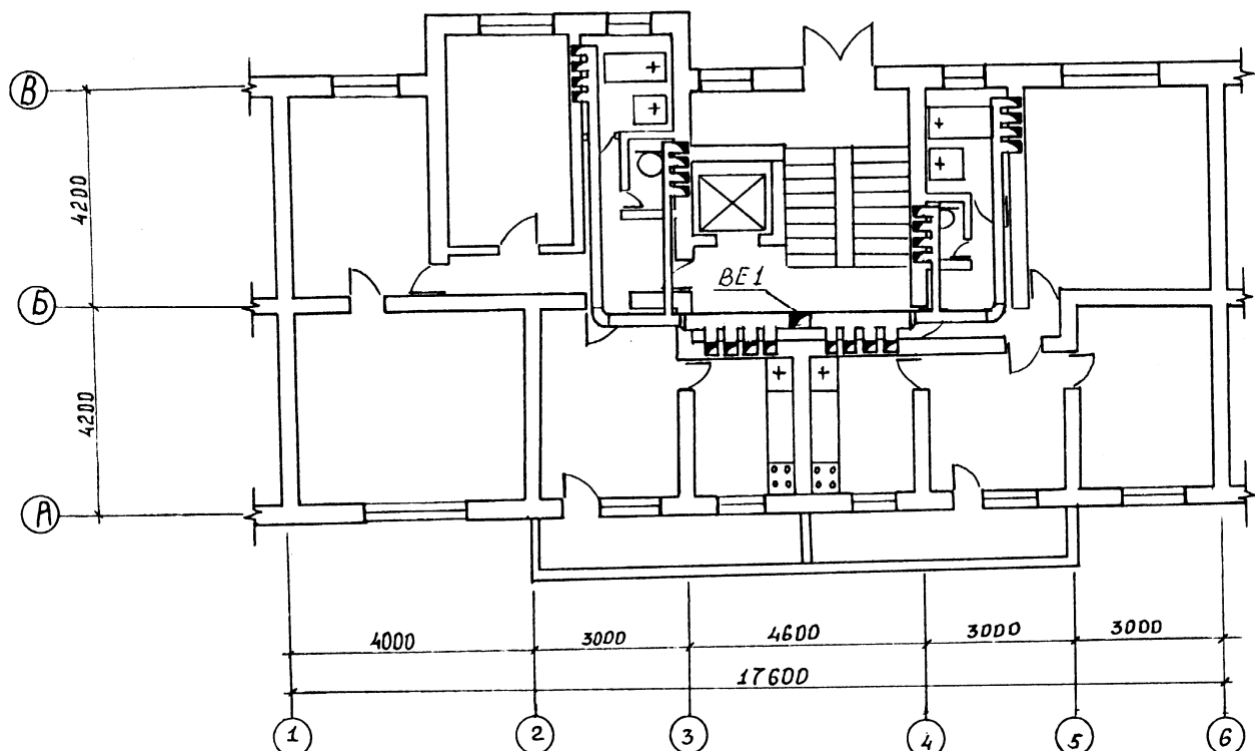


Рис.2.1 - Розміщення каналів і повітроводів на плані останнього поверху 7-поверхового будинка

2.3. Гідралічний розрахунок системи вентиляції

Метою гідралічного розрахунку системи вентиляції є визначення розміру перетину повітроводів і втрат тиску тиску (опору) в них. Для систем природньої каналної вентиляції цей опір системи повітроводів порівнюють з величиною розташовуваного гравітаційного тиску.

Опір системи повітроводів H_c , Па (кгс/м²) визначають за формулою

$$H_c = \sum (Rlmn + Z), \quad (2.3.1)$$

де l - довжина повітроводу, м;

R - втрати тиску на 1 м довжини круглого повітроводу, кгс/м², приймають за табл. VII.11 [6];

Z - втрати тиску в місцевих опорах, кгс/м²;

m - поправочний коефіцієнт на форму каналу, знаходять за номограмою аркуша VII.11, мал. 1[6] залежно від розмірів сторін прямокутного каналу a і b ;

n - поправочний коефіцієнт, визначають за номограмою аркуша VII.12 [6], залежно від швидкості, абсолютної шорсткості K_z і діаметра повітроводу. Для прямокутних повітроводів приймають діаметр, рівновеликий за площею.

Для надійності опір системи має бути трохи менше розташовуваного гравітаційного тиску $H_c = 0,9 p_{гр}$.

Розташовуваний гравітаційний тиск $p_{гр}$ визначають за формулою

$$p_{\text{гр}} = h (v_{\text{н}} - v_{\text{в}}), \quad (2.3.2)$$

де $v_{\text{н}}$ - щільність повітря, прийнята за нормами при температурі 5 °С рівній $v_{\text{н}} = 1.27 \text{ кг/м}^3$;

$v_{\text{в}}$ - щільність повітря при температурі для витяжних систем і при температурі підігрітого повітря для приточних систем, кг/м^3 , приймаємо за табл. VII.1[6];

h - висота від осі ґрат до площини випускного отвору шахти над дахом чи до осі парасольки на шахті, м, знаходять за формулою

$$h = (n-1)h_{\text{эт}} + h_1 + h_2, \quad (2.3.3)$$

де $h_{\text{эт}}$ - висота поверху з урахуванням перекриття, м;

h_1 - висота від осі ґрат до стелі, м;

h_2 - висота від покрівлі (біля труби) до осі парасольки на шахті, м.

Швидкість руху повітря приймають рівною допустимій чи спочатку визначають розміри каналів за номограмою аркуша VII.7 [6], а потім уточнюють швидкість за залежністю

$$v = \frac{L}{3600F}, \quad (2.3.4)$$

де L - годинна витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$;

F - площа перерізу каналу, м^2 .

При розрахунку прямокутних каналів потрібно визначити діаметр рівновеликого за тертям круглого воздуховоду D_e , мм за формулою

$$D_e = \frac{2ab}{a+b},$$

де a і b - сторони прямокутного каналу.

Замість рівняння (7.3) можна скористатися номограмою аркуша VII.6 [6].

Годинну витрату повітря L , $\text{м}^3/\text{год}$, що видаляється витяжною системою вентиляції, визначають за кратністю

$$L = VK_{\text{р}}, \quad (2.3.5)$$

де V - об'єм приміщення, м^3 ;

$K_{\text{р}}$ - кратність повітрообміну, прийнята для різних приміщень за табл. VII.7[6].

Втрати тиску в місцевих опорах Z , кгс/м^2 , дорівнюють

$$Z = \sum \xi H_{\text{д}}, \quad (2.3.6)$$

де $\sum \xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів, прийнята за табл. VII.13[6];

$H_{\text{д}}$ - динамічний тиск, кгс/м^2 , прийнятий за табл. VII.11[6].

ПРИКЛАДИ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ З РОЗДІЛУ II

Приклад 1. Визначити кількість повітря, що видаляється з читального залу, якщо кратність повітрообміну по витяжці за 1 годину для читального залу складає 2; об'єм приміщення складає 300 м^3 .

Вирішення. Кількість повітря, що видаляється, у читальному залі визначається за формулою (2.2.1)

$$L = 2 \cdot 300 = 600 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Приклад 2. Визначити необхідний повітрообмін за надлишками теплоти для глядацької зали, якщо надлишкові тепловиділення в залі $Q = 336000 \text{ Дж}$; температура припливного повітря 20°C ; температура повітря, що видаляється, 25°C ; питома теплоємність повітря $1,01 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$; щільність повітря, що надходить у приміщення $1,2 \text{ кг/м}^3$.

Вирішення. Необхідний повітрообмін за надлишками теплоти визначають за формулою (2.2.2)

$$L = \frac{336000}{1,01 \cdot 1,2 (25 - 20)} = 55500 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Приклад 3. Визначити необхідний повітрообмін за надлишками вологи для глядацької зали, якщо надлишки вологи в залі складають 40000 г/ч ; вологовміст припливного повітря $d_n = 8,7 \text{ г/кг}$; вологовміст повітря, що видаляється, $d_v = 11 \text{ г/кг}$; щільність повітря, що надходить у приміщення $1,21 \text{ кг/м}^3$.

Вирішення. Необхідний повітрообмін за надлишками вологи визначається за формулою (2.2.3)

$$L = \frac{40000}{(11 - 8,7) 1,21} = 14400 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Приклад 4. Визначити необхідний повітрообмін у читальному залі на 100 відвідувачів за умови вмісту гранично припустимої кількості вуглекислоти, якщо гранично припустимий вміст вуглекислоти при короткочасному перебуванні людей $V_n = 2 \text{ л/м}^3$; кількість вуглекислоти в припливному повітрі $V_n = 0,5 \text{ л/м}^3$.

Вирішення. Кількість вуглекислоти, що виділяється, складе

$$G = 100 \cdot 23 = 2300 \text{ л/год.}$$

Необхідний повітрообмін при газовиделенні (у даному випадку вуглекислоти) визначаємо за формулою (2.2.4)

$$L=2300/(2-0,5)= 1235 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Приклад 5. Визначити природний гравітаційний тиск 9-и поверхового будинку, висота поверху з урахуванням перекриття 3,2 м; висота від осі ґрат до стелі 0,5 м; щільність зовнішнього повітря при температурі 5 °С дорівнює $\rho_n = 1,27 \text{ кг/м}^3$; щільність внутрішнього повітря $\rho_v = 1,27 \text{ кг/м}^3$; висота від покрівлі (біля труби) до осі парасолі на шахті 2 м.

Вирішення. Природний гравітаційний тиск визначають за формулою (2.3.2) з урахуванням формули (2.3.3). Спочатку за формулою (2.3.3) визначають висоту від осі ґрат до площини випускного отвору шахти над дахом

$$h=(9-1) \cdot 3,2 + 0,5 + 2 = 28,1 \text{ м},$$

потім визначають за формулою (2.3.2) природний гравітаційний тиск

$$p_{\text{гр}} = 28,1 (1,27 - 1,2) = 1,967 \text{ кг/м}^2.$$

Приклад 6. Визначити повний опір ділянки повітровода, якщо втрати тиску на 1 м довжини круглого повітровода $R = 0,013 \text{ кгс/м}^2$; довжина повітровода $l = 3 \text{ м}$; поправочні коефіцієнти $m = 1,13$; $n = 1,15$; абсолютна шорсткість $K_e = 1$; динамічний тиск $H_d = 0,025 \text{ кгс/м}^2$; сума коефіцієнтів місцевих опорів $\Sigma \zeta = 1,3$.

Вирішення. Повний опір ділянки трубопроводу визначають за формулою (2.3.1) з урахуванням формули (2.3.6). Спочатку за формулою (2.3.6) визначають втрати тиску в місцевих опорах

$$Z = 1,3 \cdot 0,025 = 0,0325 \text{ кгс/м}^2,$$

потім визначають за формулою (2.3.1) повний опір ділянки трубопроводу

$$H_c = 0,013 \cdot 3 \cdot 1,13 \cdot 1,15 + 0,0325 = 0,083 \text{ кгс/м}^2.$$

Приклад 7. Перевірити, чи буде сталою робота системи вентиляції 9-и поверхового будинку, якщо повний опір системи $0,45 \text{ кгс/м}^2$, висота поверху з урахуванням перекриття 3,2 м.

Вирішення. Перевірку стійкості роботи системи вентиляції виконуємо виходячи з умови $H_c = 0,9 p_{\text{гр}}$, визначаючи гравітаційний тиск, як у прикладі 5.

Спочатку за формулою (2.3.3) визначають висоту від осі ґрат до площини випускного отвору шахти над дахом

$$h=(9-1) \cdot 3,2 + 0.5 + 2=28,1 \text{ м},$$

потім визначають за формулою (2.3.2) природний гравітаційний тиск

$$p_{\text{гр}}= 28,1 (1,27 - 1,2) = 1,967 \text{ кг/м}^2.$$

З умови (2.2.2)

$$0,9 p_{\text{гр}}= 0,9 \cdot 1,967 = 1,77 \text{ кг/м}^2,$$

отже $1,77 \text{ кг/м}^2 > 0,45 \text{ кг/м}^2$, тобто робота системи вентиляції буде несталою.

ВАРІАНТИ ЗАДАЧ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ З РОЗДІЛУ II

Вихідні дані для вирішення задач наведено в таблицях.

Задача 1

Визначити кількість повітря, що видаляється з приміщення.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|--|------------------|-----|-----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Кратність повітрообміну по витяжці K_p | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Об'єм приміщення V , м ³ | 180 | 120 | 100 | 90 | 80 |

Задача 2

Визначити необхідний повітрообмін у приміщенні за надлишками теплоти.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|---|------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Надлишкові тепловиділення Q , кДж | 332000 | 445000 | 788000 | 829000 | 391000 |
| Температура повітря, яке надходить у приміщення, °С | 17 | 18 | 16 | 19 | 20 |
| Температура повітря, яке видаляється з приміщення, °С | 25 | 26 | 24 | 27 | 28 |
| Питома теплоємність повітря, Дж/кг·К | 1,01 | 1,01 | 1,01 | 1,01 | 1,01 |
| Щільність повітря, що надходить у приміщення, кг/м ³ | 1,2 | 1,21 | 1,25 | 1,27 | 1,29 |

Задача 3

Визначити необхідний повітрообмін у приміщенні за надлишками вологи для глядацької зали.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|---|------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Надлишки вологи в залі, г/год | 40000 | 40000 | 40000 | 40000 | 40000 |
| Вологовміст припливного повітря, г/кг | 7,8 | 8,3 | 8,5 | 8,8 | 7,9 |
| Вологовміст повітря, що видаляється, г/кг | 11,2 | 11,3 | 11,5 | 11,0 | 11,4 |
| Щільність повітря, що надходить у приміщення, кг/м ³ | 1,23 | 1,22 | 1,24 | 1,21 | 1,25 |

Задача 4

Визначити природний гравітаційний тиск у будинку, якщо висота від осі ґрат до стелі 0,5 м; щільність зовнішнього повітря при температурі 5 °С дорівнює $\rho_n = 1,27$ кг/м³; висота від покрівлі (біля труби) до осі парасолі на шахті 2 м.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|---|------------------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Поверховість будинку | 9 | 7 | 10 | 11 | 12 |
| Висота поверху з урахуванням перекриття, м | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,2 |
| Щільність внутрішнього повітря, кг/м ³ | 1,28 | 1,27 | 1,31 | 1,32 | 1,33 |

Задача 5

Визначити необхідний повітрообмін для видалення вуглекислоти з приміщення за умови вмісту гранично припустимої кількості вуглекислоти.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|--|------------------|-----|-----|------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Кількість чоловік у приміщенні | 100 | 150 | 190 | 170 | 160 |
| Гранично припустимий вміст вуглекислоти V_n , л/м ³ | 1,25 | 2,0 | 2,0 | 1,25 | 2,0 |
| Кількість вуглекислоти в приточному повітрі V_n , л/м ³ | 25 | 23 | 20 | 25 | 23 |

Задача 6

Визначити повний опір ділянки повітровода, якщо коефіцієнти $m = 1,13$; $n = 1,15$; абсолютна шорсткість $K_e = 1$.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|--|------------------|-------|-------|--------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Втрати тиску на 1 м довжини круглого повітроовода R , кгс/м ² | 0,013 | 0,018 | 0,025 | 0,0315 | 0,032 |
| Довжина повітроводу l , м | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Динамічний тиск H_d , кгс/м ² | 0,025 | 0,027 | 0,031 | 0,033 | 0,065 |
| Сума коефіцієнтів місцевих опорів $\Sigma\zeta$ | 3,41 | 1,25 | 2,7 | 1,8 | 1,6 |

Задача 7

Перевірити, чи буде сталою робота системи вентиляції будинку, якщо висота від осі ґрат до стелі 0,5 м; щільність зовнішнього повітря при температурі 5 °С дорівнює $\rho_n = 1,27$ кг/м³; висота від покрівлі (біля труби) до осі парасолі на шахті 2 м.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|---|------------------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Повний опір системи, кгс/м ² | 0,65 | 1,25 | 1,85 | 0,95 | 1,95 |
| Поверховість будинку | 9 | 7 | 10 | 11 | 12 |
| Висота поверху з урахуванням перекриття, м | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,2 |
| Щільність внутрішнього повітря, кг/м ³ | 1,28 | 1,27 | 1,31 | 1,32 | 1,33 |

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ І.2. ГАЗО- Й ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

РОЗДІЛ ІІ. ГАЗОПОСТАЧАННЯ БУДИНКІВ

3.1. Проектування внутрішнього газопостачання

Проектування внутрішнього газопостачання виконується відповідно до [8] та [9]. У розділ проектування внутрішніх газопроводів будинків входять: розташування газових приладів, внутрішніх газопроводів і вводу, побудова розрахункової аксинометричної схеми і гідравлічний розрахунок газопроводів.

3.1.1. Розташування газових приладів в будинку.

Газові плити встановлюють біля стін на відстані 100 мм від задньої стінки шафи плити. Стіна, біля якої розташовують газову плиту, повинна бути захищена вогнестійкою ізоляцією – штукатуркою та кровельним залізом по листовому азбесту на 0,8 м вище ніж верх плити і ширше плити не менш ніж 0,2 м.

У кухнях житлових будинків, де встановлені газові прилади, особливо необхідні вентиляція та відвод продуктів згоряння в канал чи димохід.

Газові водонагрівачі розміщують у приміщеннях ванних кімнат, сполучених санвузлах, кухнях за умовою, що об'єм приміщення не менше 7,5 м³ для проточних і не менше 6 м³ для ємких водонагрівачі. У цих приміщеннях повинна бути припливно-витяжна вентиляція. Приплив повітря здійснюють крізь зазор між дверима і підлогою, а витяжку – у стелі крізь ґрати у вентиляційний канал чи димохід.

Водонагрівач може бути поєднаний з димоходом за допомогою газовідводного трубопровода діаметром 125 мм із кровельної сталі з дотриманням установочних розмірів. Трубопровід повинен бути герметичним. Димохід, який відводить продукти згоряння від газових приладів повинен задовільняти діючим протипожежним умовам (бути герметичним, доступним для чищення, висще даху не менше 0,5 м, його обладнують дефлектором). Щоб не знижувати продуктивності водонагрівача й зменшити потік холодного повітря крізь корпус нагрівача, його забезпечують перервачем тяги із запобіжним щитком.

Вертикальна ділянка витяжної труби від водонагрівача до першого повороту повинна мати довжину не менше 0,5 м, а горизонтальна – до вентиляційного каналу із зворотним ухилом 0,01 та довжиною не більше 3 м. Для того, щоб не погіршити тягу в трубопроводі, що відводить, не повинно бути більше трьох поворотів.

Димохід чи вентиляційний канал для відводу продуктів згоряння газу повинен мати переріз не менше діаметра трубопроводу, що відводить.

Газовий водонагрівач розташовують біля стіни, що не згоряє на відстані не менше 0,03 м.

3.1.2. Розташування внутрішніх газопроводів і вводу

Усередині будинків газопроводи прокладають, як правило, відкрито й монтують із сталевих труб на зварці з роз'ємними різьбовими та фланцевими з'єднаннями в місцях розташування запорної арматури і газових приладів, регулювачів тиску.

Вводи газопроводів улаштовують у нежитлових приміщеннях, сходових клітках, коридорах, кухнях. Не дозволяється прокладати трубопровід вводу у приміщеннях, де розташовані машини й механізми. Трубопровід вводу прокладають з ухилом не менше 0,002 в бік, протилежний напрямку руху газу. В місцях перетину трубопроводу вводу з фундаментами та стінами необхідно передбачувати металеві гільзи зі сталевих труб. Допускається прокладання газопроводів у підвалах і технічних підпіллях.

Всі газопроводи в будинках прокладають в місцях, легкодоступних для обслуговування. Стойки прокладають у кухнях, коридорах, сходових клітках та нежитлових приміщеннях. У житлових приміщеннях їх прокладка заборонена. Усі горизонтальні прокладки газопроводів виконують на висоті не менше 2,2 м. Підводки від стояків до газових приладів роблять в бік приладів.

3.1.3. Гідравлічний розрахунок газопроводів

Метою гідравлічного розрахунку внутрішніх газопроводів є визначення розрахункових витрат і допустимих втрат тиску в системі газопостачання і на вводі.

Витрати газу, м³/год на кожній розрахунковій ділянці визначають за формулою

$$Q_{\text{уч}} = K_0 \cdot Q_n \cdot n, \quad (3.1)$$

де n - кількість квартир, що газифіковані (кількість газових приладів на розрахунковій ділянці);

Q_n - витрати газу газовою плитою, м³/год, знаходять за формулою (3.2);

K_0 - коефіцієнт одночасності роботи плит, $K=f(n)$, приймається за додатком 6.

Витрату газу газовою плитою, м³/год розраховують за формулою

$$Q_n = Q_1 / Q_n^p, \quad (3.2)$$

де Q_1 - теплове навантаження газової плити (згідно з паспортом приладу), ккал/год);

Q_n^p - теплота згоряння природного газу, ккал/м³.

Загальні втрати тиску на кожній розрахунковій ділянці, Па(мм.вод. ст.), визначають за формулою

$$H_{\text{уч}} = l_{\text{уч}} \cdot \Delta H_{\text{уч}} + z_{\text{уч}}, \quad (3.3)$$

де $l_{\text{уч}}$ - довжина розрахункової ділянки, м;

$\Delta H_{уч}$ - лінійні втрати тиску газу на 1 м газопроводу, Па(мм.вод. ст.), приймають за додатком 7;

$Z_{уч}$ – втрати тиску на місцеві опори, Па(мм.вод. ст.), враховують у відсотках від лінійних втрат таким чином:

на ділянці від вводу до стояка – 25%;

на стояках – 20%;

на внутрішньоквартирній розводці залежно від довжини:

до 2 м – 450%; до 4 м – 300%; до 7 м – 120; до 12 м – 50%.

РОЗДІЛ IV. ГАРЯЧЕ ВОДОСТАЧАННЯ БУДИНКІВ

4.1. Конструювання системи гарячого водопостачання житлового будинку

Трубопроводи гарячого водопостачання діаметром до 70 мм слід проектувати із сталевих оцинкованих труб. Запірну арматуру встановлюють на всіх гілках від магістральних трубопроводов; на стояках у будинках висотою три поверхи й більше; на гілках у кожну квартиру.

Горизонтальні трубопроводи прокладають з ухилом 0,002 для спуску води й видалення повітря.

Для зменшення втрат теплоти розподільчі трубопроводи й водонагрівачі повинні мати добру теплову ізоляцію. Циркуляційні трубопроводи повинні мати теплову ізоляцію тільки в системах з насосною циркуляцією. Для сприяння температурних подовжень на прямих ділянках трубопроводов встановлюють компенсатори.

Рушникосушильники ванних кімнат приєднують до циркуляційних стояків систем гарячого водопостачання, а при їх відсутності – до системи водяного опалення. Але зараз найбільш прогресивним рішенням є розташування рушникосушильників на водорозбірних стояках. Крім того, рекомендується об'єднувати від 3 до 7 стояків гарячого водопостачання в секційні вузли з одним циркуляційним стояком. Не рекомендовано об'єднувати в секційні вузли водорозбірні стояки гарячого водопостачання, якщо сумарна довжина індивідуальних (у кожного водорозбірного) циркуляційних стояків менше довжини перемички, яка кільцює (по горищу будинку чи стелею верхнього поверху).

Діаметри стояків, які за кільцями у секційний вузол, обирають при розрахунковій витраті води в стояку з коефіцієнтом 0,7 й швидкості не більше 1,5 м/с. Діаметри перемичок, що кільцюють, приймають рівними найбільшому діаметру водорозбірного стояка секційного вузла,

Для спрощення розрахунків при проектуванні секційних вузлов діаметри стояків і трубопроводів найбільш розповсюджених секційних вузлов для різних будинків вибирають за табл.4.1.

Таблиця 4.1 – Діаметри трубопроводів секційних вузлів

| Місце прокладання трубопроводу | Діаметр, мм |
|--|-------------|
| Водорозбірні стояки у санітарно-технічних кабинах в будинках висотою до 5 поверхів включно | 20 |
| Те саме, в будинках висотою більше 5 поверхів | 25 |
| Додаткові стояки, які прокладають у кухнях для подачі води до мийок | 20 |
| Ділянки перемичок, що кільцюють: циркуляційні верхні в будинках висотою до 5 поверхів включно; | 20 |
| те саме, в будинках висотою більше 5 поверхів | 25 |
| Ділянки трубопроводів, що подають при обслуговуванні: одного водорозбірного стояку діаметром 25 мм; | 25 |
| двох водорозбірних стояків діаметром 25 мм; | 32 |
| трьох і більше стояків діаметром 25 мм | 40 |

4.2. Обладнання системи гарячого водопостачання та її розрахунок

Система гарячого водопостачання має такі самі основні елементи, що й система холодного водопостачання, але вона має додаткові пристрої для приготування теплоносія, подачі його до водонагрівачів, зворотний трубопровід теплоносія, необхідний для його циркуляції для забезпечення постійної температури теплоносія.

Розрахунок системи гарячого водопостачання умовно можна поділити на три етапи:

1. Визначення витрат тиску і діаметрів трубопроводів квартирної підводки біля місця розташування диктуючого приладу.
2. Гідравлічний та тепловий розрахунок трубопроводів секційного вузла.
3. Розрахунок і підбір обладнання для обліку, приготування та подачі гарячої води.

1. Розрахунок квартирної підводки. На підставі планів підвалу і типового поверху з розташуванням санітарно-технічних приладів, стояків та підводок гарячої води, а також розташування магістралей на плані підвалу накреслюємо аксонометричну схему системи гарячого водопостачання будинку, яка наведена на рис.4.1, розподіляємо мережу на розрахункові ділянки і визначаємо диктуючий прилад.

Розрахунок квартирної підводки виконують від диктуючого приладу до точки підключення до водорозбірного стояка аналогічно розрахунку системи гарячого водопостачання. При цьому визначають сумарні втрати напору в мережі в режимі водорозбору.

Аксонетрическая схема горячего водопровода
Т3, Т4.

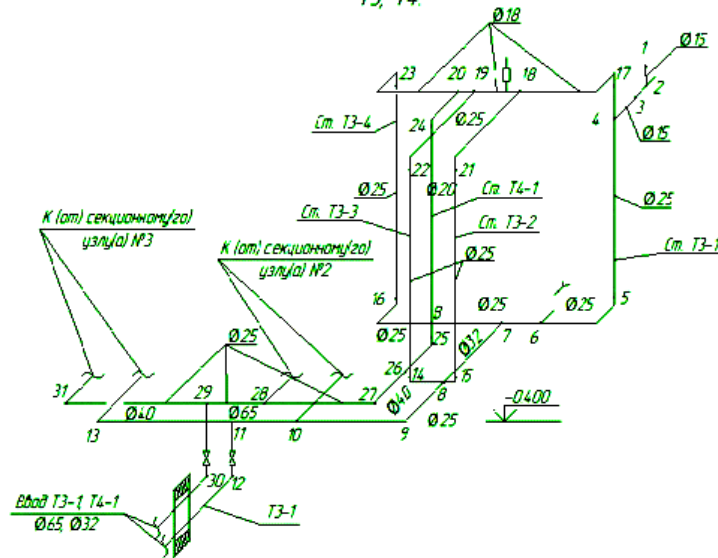


Рис.4.1 –Аксонетрична схема гарячого водопроводу

2. Під час гідравлічного й теплового розрахунку трубопроводів секційного вузла знаходять циркуляційну витрату гарячої води в системі, розрахункову витрату води по окремому стояку у випадку кільцевання частини стояків, що подають, згідно з п.3.1[11], де також наведені приклади розрахунків цих витрат. Далі обчислюють втрати теплоти й тиску в трубопроводах секційного вузла, що подають, у режимі циркуляції.

Повні втрати теплоти на розрахунковій ділянці мережі визначають за формулою

$$Q = q \cdot l, \quad (4.1)$$

де q - втрати теплоти на 1 м трубопровода, Вт, визначають за табл.10.4[6] чи за дод. 8;

l - довжина ділянки, м, визначають за планом.

Загальні втрати напору на ділянці мережі, м,

$$H_{l,tot} = i \cdot l(1 + K_l), \quad (4.2)$$

де i – питомі втрати напору на тертя на ділянці даного діаметра, знаходять за таблицями[11] залежно від витрати води;

l – довжина ділянки, м;

K_l – коефіцієнт, що враховує місцеві втрати напору у з'єднаннях, фасонних частинах і арматурах.

Для систем гарячого водопостачання значення K_l приймають:

0,2 – для циркуляційних розподільчих трубопроводів та трубопроводів, що подають;

0,5 – для трубопроводів у межах теплових пунктів а також для трубопроводів водоразбірних стояків з сушарками рушників;

0,1 – для трубопроводів водоразбірних стояків без сушарок рушників та циркуляційних стояків.

Розрахунки повних втрат теплоти і загальних втрат напору для кожній ділянці мережі виконують у вигляді таблиці. За результатами розрахунків знаходять втрати тиску чи напору в частині вузла, що подає, крізь кожен стояк як суму втрат тиску чи напору $\sum H_n$ від точки приєднання до магістралі секційного вузла до точки приєднання до циркуляційного стояка.

Далі визначають втрати тиску чи напору в частині вузла, що подає, в режимі циркуляції як середнє арифметичне з одержаних значень, $P_a(m)$ за формулою

$$H_{P_{uz}} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n}, \quad (4.3)$$

де $\sum_{i=1}^n H_i$ - сума втрат тиску чи напору, $P_a(m)$, на розрахункових ділянках

вузла, що подає, від точки приєднання до магістралі секційного вузла до точки приєднання до циркуляційного стояку;

n - кількість стояків у секційному вузлі.

Згідно з [10, п.8.8, с.10] втрати тиску в секційному вузлі в режимі циркуляції H_{uz} (втрати тиску в частині, що подає, та циркуляційному стояку) приймають 0,03-0,06 МПа.

Необхідні втрати тиску в циркуляційному стояку, P_a , знаходять за формулою

$$H_{st}^{cir} = H_{uz} - H_{P_{uz}}, \quad (4.4)$$

де H_{uz} - втрати тиску в частині, що подає, та циркуляційному стояку, P_a ;

$H_{P_{uz}}$ - втрати тиску чи напору в частині вузла, що подає, у режимі циркуляції, P_a .

Якщо циркуляційний стояк складається з частин різних діаметрів, визначають середні питомі втрати тиску за довжиною циркуляційного стояку, P_a/m за формулою

$$i = \frac{H_{st}^{cir}}{l_{st}^{cir} (1 + K_l)}, \quad (4.5)$$

де H_{st}^{cir} - необхідні втрати тиску в циркуляційному стояку, P_a , знаходять за формулою (4.4);

l_{st}^{cir} - довжина циркуляційного стояка, м;

K_l – коефіцієнт, що враховує місцеві втрати напору, для циркуляційних стояків $K_l = 0,1$.

За номограмою додатку 6[10,с.53] визначають питомі втрати тиску за витратою для різних діаметрів, що складають циркуляційний стояк.

Далі знаходять дійсні втрати тиску в циркуляційному стояку та в вузлі за формулами

$$H_{st}^{cir} = \sum il(1 + K_l); \quad (4.6)$$

$$H_{uz} = H_{st}^{cir} + H_{p_{uz}}. \quad (4.7)$$

Перевищення дійсних втрат тиску в секційному вузлі над прийнятим не повинно бути більше 10%.

3. Розрахунок та підбір обладнання для приготування гарячої води, тобто підбір водонагрівача наведено в п 3.3[11].

Підбір насосів для системи гарячого водопостачання здійснюють у такий спосіб.

У режимі водорозбору необхідний напір у системі холодного й системі гарячого водопостачання відрізняється несуттєво. Тому, як правило, приймають одну загальну насосну установку для холодного й гарячого водопостачання.

Підбір циркуляційних насосів здійснюють у такий спосіб.

Визначають необхідний напір у режимі циркуляції за формулою

$$H_{cir}^h = H_B + H_{cir} + H_p, \quad (4.8)$$

де H_B – втрати тиску у водонагрівачі, м;

H_{cir} - втрати тиску в циркуляційних трубопроводах, м;

H_p - втрати тиску в розподільчих трубопроводах, м.

Втрати напору у водонагрівачі, м визначають за формулою

$$H_B = 0,75 K \cdot m \cdot V^2, \quad (4.9)$$

де K – коефіцієнт, що враховує збільшення втрат тиску за рахунок заростання і збільшення шорсткості трубок, залежить від місцевих умов, визначають з досвіду експлуатації;

m – кількість секцій водонагрівача в пристрої;

V - швидкість руху води у трубках водонагрівача, м/с визначають за формулою

$$V = \frac{q^{cir}}{3600 \cdot f_{mp}}, \quad (4.10)$$

де q^{cir} – загальна циркуляційна витрата гарячої води для потреб мікрорайону, м³/год;

f_{mp} - площа живого перетину трубок водонагрівача, м, визначають за паспортом водонагрівача.

За необхідним напором і циркуляційною витратою обирають насос за додатком 5[15].

ПРИКЛАДИ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ З РОЗДІЛІВ III ТА IV

Приклад 1. Визначити витрату газу на розрахунковій ділянці внутрішнього газопроводу, якщо кількість квартир, що газифіковані 8, коефіцієнт одночасності роботи плит 0,265, теплове навантаження газової плити 10000 ккал/год, теплота згоряння природного газу 8500 ккал/м³.

Вирішення. Спочатку визначають витрату газу газовою плитою за формулою (3.2)

$$Q_n = Q_1 / Q_n^p = 10000 / 8500 = 1,18 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Витрати газу, м³/год, на розрахунковій ділянці визначають за формулою (3.1)

$$Q_{yc} = K_0 \cdot Q_n \cdot n = 0,265 \cdot 1,18 \cdot 8 = 2,5 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Приклад 2. Визначити загальні втрати тиску на розрахунковій ділянці, якщо довжина ділянки 3 м, діаметр газопроводу 15 мм, розрахункова витрата газу на ділянці 2,5 м³/год.

Вирішення. Лінійні втрати тиску газу на 1 м газопроводу приймають за додатком 5 залежно від діаметру газопроводу й розрахункової витрати газу на ділянці. Для діаметра газопроводу 15 мм, розрахункова витрата газу на ділянці 2,5 м³/год лінійні втрати тиску газу на 1 м газопроводу дорівнюють 1,3 кгс/м². Лінійні втрати тиску газу на всій ділянці дорівнюють $l_{yc} \cdot \Delta H_{yc} = 3 \cdot 1,3 = 3,9 \text{ мм вод.ст.}$. Втрати тиску на місцеві опори приймають для стояків 20%, тобто $z = 3,9 \cdot 0,2 = 0,78 \text{ мм вод.ст.}$

Загальні втрати тиску на кожній розрахунковій ділянці, мм.вод. ст., визначають за формулою (3.3)

$$H_{yc} = l_{yc} \cdot \Delta H_{yc} + z_{yc} = 3,9 + 0,78 = 4,68 \text{ мм.вод.ст.}$$

Приклад 3. Визначити повні втрати теплоти на розрахунковій ділянці мережі (розподільчий трубопровід, приєднаний до закритої системи теплопостачання) теплопроводу, якщо її довжина складає 3,8 м, діаметр 40 мм.

Вирішення. Втрати теплоти на 1 м трубопроводу, q , Вт визначають за табл.10.4[6] залежно від діаметра трубопроводу та міста й способу його прокладання, тобто для ізольованих розподільчих трубопроводів діаметром 40 мм, розташованих у підвалі й на сходовій клітці, $q = 24,13 \text{ Вт}$.

Повні втрати теплоти на розрахунковій ділянці мережі визначають за формулою (4.1)

$$Q = q \cdot l = 24,13 \cdot 3,8 = 91,69 \text{ Вт}.$$

Приклад 4. Визначити необхідні втрати тиску в частині вузла, що подає воду у режимі циркуляції, якщо він складається з чотирьох водорозбірних стояків(див. рис. 4.1). Втрати тиску у частині вузла, що подає, від точки приєднання до магістралі (т.9) до точки підключення до циркуляційного стояка(т.20) складають: крізь стояк Т 3-1 - $\Sigma H_1=2203,2$ Па; крізь стояк Т 3-2 - $\Sigma H_2=1826,6$ Па; крізь стояк Т 3-3 - $\Sigma H_3=1753,9$ Па; крізь стояк Т 3-4 - $\Sigma H_4=1554,8$ Па. Згідно з [10,п.8.8,с.10] втрати тиску в секційному вузлі в режимі циркуляції $H_{uz}=0,03\text{МПа}=30000$ Па.

Вирішення. Розрахункові втрати тиску в частині вузла, що подає у режимі циркуляції, визначають за формулою (4.3)

$$H_{P_{uz}} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n} = \frac{\Sigma H_1 + \Sigma H_2 + \Sigma H_3 + \Sigma H_4}{4} = \frac{2203,2 + 1826,6 + 1753,9 + 1554,8}{4} = 1835 \text{ Па.}$$

Необхідні втрати тиску у циркуляційному стояку знаходять за формулою (4.4)

$$H_{st}^{cir} = H_{uz} - H_{P_{uz}} = 30000 - 1835 = 28165 \text{ Па.}$$

Приклад 5. Визначити дійсні втрати тиску у циркуляційному стояку, якщо циркуляційний стояк складається з двох частин різних діаметрів: $d_1=20\text{мм}$ довжиною $l_1=15\text{м}$ та $d_2=25\text{мм}$ довжиною $l_2=20\text{м}$. Витрата води крізь циркуляційний стояк $q_{st}^{cir}=0,19$ л/с.

Вирішення. За номограмою додатка 6[10,с.53] визначають питомі втрати тиску за витратою $q_{st}^{cir}=0,19$ л/с для різних діаметрів, які складають циркуляційний стояк: при $d_1=20\text{мм}$ $I=1385$ Па/м; при $d_2=25\text{мм}$ $I=322$ Па/м

Дійсні втрати тиску у циркуляційному стояку визначають за формулою (4.6)

$$H_{st}^{cir} = \Sigma il(1 + K_l) = 1385 \cdot 15 \cdot 1,1 + 322 \cdot 20 \cdot 1,1 = 29936 \text{ Па.}$$

Приклад 6. Визначити дійсні втрати тиску в частині вузла, що подає, якщо розрахункові втрати тиску в частині вузла в режимі циркуляції 1835 Па, дійсні втрати тиску в циркуляційному стояку 29936 Па.

Вирішення. Дійсні втрати тиску у частині вузла, що подає, визначають за формулою (4.7)

$$H_{uz} = H_{st}^{cir} + H_{P_{uz}} = 29936 + 1835 = 31771 \text{ Па.}$$

Приклад 7. Визначити втрати напору у водонагрівачі, якщо загальна циркуляційна витрата гарячої води для потреб мікрорайону, $q^{cir} = 29,9 \text{ м}^3/\text{ч}$; площа живого перетину трубок водонагрівача, $f_{mp} = 0,00985 \text{ м}^2$, коефіцієнт, який враховує збільшення втрат тиску за рахунок заростання та збільшення шорсткості трубок $K = 2$; кількість секцій водонагрівача в пристрої $m = 7$.

Вирішення. Швидкість руху води у трубках водонагрівача, м/с визначають за формулою (4.10)

$$V = \frac{q^{cir}}{3600 \cdot f_{mp}} = \frac{29,9}{3600 \cdot 0,00985} = 0,84 \text{ м/с}.$$

Втрати напору у водонагрівачі, м, визначають за формулою (4.9)

$$H_B = 0,75 \cdot K \cdot m \cdot V^2 = 0,75 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 0,84^2 = 7,4 \text{ м}.$$

Приклад 8. Визначити необхідний напір у режимі циркуляції, якщо втрати тиску у водонагрівачі 7,4 м; втрати тиску в циркуляційних трубопроводах 0,7 м; втрати тиску в розподільчих трубопроводах 6,2 м.

Вирішення. Необхідний напір у режимі циркуляції визначають за формулою (4.8)

$$H_{cir}^h = H_B + H_{cir} + H_p = 7,4 + 0,7 + 6,2 = 13,79 \text{ м}.$$

ВАРІАНТИ ЗАДАЧ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗА РОЗДІЛАМИ III ТА IV

Вихідні дані для вирішення задач наведено в таблицях.

Задача 1

Визначити витрату газу на розрахунковій ділянці внутрішнього газопроводу, якщо теплове навантаження газової плити 10000 ккал/год.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|---|------------------|------|------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Кількість квартир, що газифіковані | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Теплота згоряння природного газу, ккал/м ³ | 8500 | 9000 | 9500 | 10000 | 11000 |
| Коефіцієнт одночасності роботи плит | 0,265 | 0,35 | 0,65 | 0,28 | 0,254 |

Задача 2

Визначити загальні втрати тиску на розрахунковій ділянці газопроводу.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|---|------------------|-----|------|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Довжина ділянки, м | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Діаметр трубопроводу, мм | 15 | 15 | 20 | 20 | 32 |
| Розрахункова витрата газу на ділянці, м ³ /год | 1,2 | 1,5 | 1,95 | 2,0 | 3,0 |

Задача 3

Визначити повні втрати теплоти на розрахунковій ділянці мережі. Тип труб: 1 - розподільчий трубопровід у підвалі; 2 – водорозбірний стояк ізольований без рушникосушильників; 3 - теж саме з рушникосушильниками; 4 - розподільчий трубопровід на теплому горищі; 5 – циркуляційний трубопровід у підвалі (ізольований). Трубопроводи приєднані до закритої системи тепlopостачання.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|--------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Довжина ділянки, м | 7,8 | 8,3 | 8,5 | 8,8 | 7,9 |
| Діаметр теплопроводу, мм | 32 | 40 | 40 | 50 | 40 |
| Тип труб | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Задача 4

Визначити необхідні втрати тиску в частині вузла, що подає в режимі циркуляції, якщо він складається з чотирьох водорозбірних стояків. Згідно з [10, п.8.8, с.10] втрати тиску в секційному вузлі в режимі циркуляції $H_{uz}=0,03\text{МПа}=30000\text{ Па}$.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|---|------------------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Втрати тиску в частині вузла, що подає, від точки приєднання до магістралі до точки підключення до циркуляційного стояка складають: | | | | | |
| крізь стояк Т 3-1 - ΣH_1 , Па; | 2100 | 2200 | 2300 | 2150 | 2250 |
| крізь стояк Т 3-2 - ΣH_2 , Па; | 1700 | 1800 | 1900 | 1750 | 1850 |
| крізь стояк Т 3-3 - ΣH_3 , Па; | 1800 | 1700 | 1750 | 1820 | 1730 |
| крізь стояк Т 3-4 - ΣH_4 , Па. | 1550 | 1500 | 1530 | 1540 | 1560 |

Задача 5

Визначити дійсні втрати тиску в циркуляційному стояку, якщо циркуляційний стояк складається з двох частин різних діаметрів.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|--|------------------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Витрата води крізь циркуляційний стояк q_{st}^{cir} , л/с. | 0,17 | 0,16 | 0,15 | 0,14 | 0,18 |
| d_1 , мм | 25 | 20 | 20 | 25 | 20 |
| l_1 , м | 15 | 13 | 10 | 25 | 23 |
| d_2 , мм | 32 | 25 | 25 | 32 | 25 |
| l_2 , м | 18 | 20 | 15 | 18 | 17 |

Задача 6

Визначити дійсні втрати тиску в частині вузла, що подає.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|--|------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Розрахункові втрати тиску у частині вузла в режимі циркуляції, Па, | 1735 | 1800 | 1625 | 1315 | 1932 |
| Дійсні втрати тиску в циркуляційному стояку 29936 Па | 27830 | 28400 | 29500 | 29600 | 29700 |

Задача 7

Визначити втрати напору в водонагрівачі, якщо коефіцієнт, який враховує збільшення втрат тиску за рахунок заростання і збільшення шорсткості трубок $K = 2$.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|--|------------------|--------|---------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Загальна циркуляційна витрата гарячої води для потреб мікрорайону, q^{cir} , м ³ /ч | 26,5 | 25,9 | 28,5 | 29,5 | 29,3 |
| Площа живого перерізу трубок водонагрівача, f_{mp} , м ² | 0,00985 | 0,0057 | 0,01679 | 0,02325 | 0,03325 |
| Кількість секцій водонагрівача в пристрої m , шт | 6 | 5 | 7 | 8 | 8 |

Задача 8

Визначити необхідний напір у режимі циркуляції.

| Вихідні дані | Номери варіантів | | | | |
|---|------------------|-----|-----|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Втрати тиску в водонагрівачі, м | 6,5 | 7,5 | 8,5 | 9,5 | 7,3 |
| Втрати тиску в циркуляційних трубопроводах, м | 0,9 | 0,7 | 0,8 | 0,11 | 0,12 |
| Втрати тиску в розподільчих трубопроводах, м | 7,2 | 7,3 | 7,4 | 6,5 | 6,8 |

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. СНИП 2.04.05 –91 У. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – К.: КиевЗНИИЭП, 1992.
2. СНИП П-3-79**. Нормы проектирования. Строительная теплотехника. – М.: ЦИТП, 1986.
3. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Кн.І. Отопление и теплоснабжение /Р.В. Щекин и др. – К.: Будівельник, 1976.
4. Щекин Р.В., Березовский В.А., Потапов В.А. Расчет систем центрального отопления. – К.: Вища школа, 1975/
5. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства/Ю.Н. Саргин и др.; Под ред. И.Г. Старовойтова – М.: Стройиздат, 1975.
6. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Кн.2. Вентиляция и кондиционирование воздуха /Р.В. Щекин и др. – К.: Будівельник, 1976.
7. Колеснік Н.Ю. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з курсу “Теплогазопостачання та вентиляція”.– Х.: ХНАМГ, 2008.
8. СНИП 2.04.08-87. Газоснабжение. - М.: Стройиздат, 1988.
9. ДБНД 2.2-19. Газопостачання.Внутрішнє обладнання.
10. СНИП 2.04.01. – 85. Внутренний водопровод и канализация. – М.: Стройиздат, 1986.
11. Колеснік Н.Ю., Яковенко М.М. Методичні вказівки до практичних занять по курсу “Санітарно-технічне обладнання будинків”.–Х.: ХНАМГ, 2009.
12. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. – М.: Стройиздат, 1973.
13. Алексахін О.О., Герасимова О.М. Приклади й розрахунки з теплопостачання та опалення: Навч. Посібник. – Х.: ХДАМГ, 2002.
14. Усик Г.А. Методичні вказівки до розрахунково-графічного завдання з дисципліни “Газопостачання”.– Х.: ХНАМГ, 2007.
15. Кедров В.С., Ловцов Е.Н. Санитарно-техническое оборудование зданий. – М.: Стройиздат, 1989.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Тепловіддача відкрито прокладених трубопроводів (вертикальних – верхня, горизонтальних – нижня строка) систем водяного опалення

| $t_T - t_B, ^\circ\text{C}$ | Умовний діаметр, мм | Тепловіддача 1м труби, Вт/м, при $t_T - t_B, ^\circ\text{C}$, через 1 $^\circ\text{C}$ | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 30 | 10 | 15 | 16 | 17 | 17 | 18 | 18 | 20 | 21 | 21 | 22 |
| | | 22 | 23 | 23 | 24 | 25 | 26 | 28 | 28 | 29 | 30 |
| | 15 | 20 | 21 | 21 | 22 | 23 | 24 | 24 | 25 | 26 | 26 |
| | | 26 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 34 | 35 | 36 | 37 |
| | 20 | 23 | 24 | 25 | 26 | 28 | 29 | 31 | 32 | 34 | 35 |
| | | 32 | 34 | 35 | 36 | 38 | 39 | 41 | 42 | 43 | 44 |
| | 25 | 31 | 32 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 41 | 42 | 43 |
| | | 39 | 41 | 43 | 44 | 45 | 47 | 49 | 51 | 52 | 53 |
| | 32 | 39 | 41 | 43 | 44 | 45 | 47 | 50 | 51 | 52 | 54 |
| | | 47 | 50 | 52 | 54 | 56 | 58 | 60 | 63 | 64 | 67 |
| | 40 | 51 | 53 | 56 | 58 | 60 | 63 | 65 | 67 | 69 | 72 |
| | | 53 | 56 | 58 | 60 | 63 | 65 | 67 | 69 | 72 | 74 |
| 40 | 10 | 22 | 23 | 24 | 24 | 25 | 25 | 27 | 28 | 28 | 29 |
| | | 31 | 32 | 32 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 41 |
| | 15 | 28 | 30 | 30 | 31 | 32 | 34 | 34 | 35 | 36 | 37 |
| | | 38 | 39 | 41 | 42 | 43 | 44 | 44 | 46 | 47 | 49 |
| | 20 | 36 | 37 | 38 | 39 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 |
| | | 46 | 47 | 50 | 52 | 53 | 55 | 57 | 58 | 59 | 60 |
| | 25 | 44 | 46 | 47 | 49 | 51 | 52 | 53 | 55 | 56 | 58 |
| | | 57 | 59 | 63 | 65 | 66 | 68 | 71 | 72 | 74 | 75 |
| | 32 | 56 | 58 | 60 | 61 | 64 | 65 | 67 | 68 | 71 | 73 |
| | | 74 | 77 | 79 | 81 | 84 | 86 | 89 | 92 | 94 | 96 |
| | 40 | 64 | 66 | 68 | 70 | 72 | 74 | 77 | 78 | 80 | 82 |
| | | 77 | 79 | 80 | 84 | 86 | 88 | 89 | 92 | 94 | 97 |
| 50 | 10 | 30 | 30 | 31 | 32 | 32 | 34 | 35 | 35 | 36 | 37 |
| | | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 49 | 50 | 50 |
| | 15 | 38 | 38 | 39 | 41 | 41 | 43 | 44 | 44 | 45 | 46 |
| | | 50 | 51 | 52 | 53 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 |
| | 20 | 47 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 56 | 57 | 58 |
| | | 60 | 61 | 64 | 65 | 66 | 68 | 70 | 71 | 73 | 74 |
| | 25 | 59 | 60 | 62 | 64 | 65 | 67 | 68 | 70 | 72 | 73 |
| | | 73 | 74 | 76 | 79 | 80 | 82 | 85 | 86 | 88 | 91 |
| | 32 | 74 | 76 | 78 | 80 | 82 | 84 | 86 | 88 | 91 | 92 |
| | | 91 | 92 | 94 | 96 | 99 | 101 | 103 | 106 | 108 | 112 |
| | 40 | 85 | 86 | 88 | 91 | 93 | 96 | 97 | 99 | 101 | 103 |
| | | 100 | 102 | 106 | 108 | 110 | 113 | 116 | 118 | 121 | 124 |
| 50 | 50 | 106 | 108 | 111 | 114 | 117 | 120 | 123 | 125 | 128 | 131 |
| | | 122 | 125 | 129 | 132 | 135 | 138 | 141 | 144 | 148 | 151 |

| $t_T - t_B, ^\circ\text{C}$ | Умовний діаметр, мм | Тепловіддача 1 м труби, Вт/м, при $t_T - t_B, ^\circ\text{C}$, через 1 $^\circ\text{C}$ | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 60 | 10 | 38 | 38 | 39 | 41 | 42 | 42 | 43 | 44 | 44 | 45 |
| | | 52 | 52 | 53 | 54 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 62 |
| | 15 | 47 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 55 | 55 | 56 | 57 |
| | | 63 | 65 | 66 | 67 | 69 | 70 | 71 | 73 | 74 | 75 |
| | 20 | 59 | 61 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 70 | 72 |
| | | 77 | 79 | 80 | 81 | 83 | 85 | 86 | 88 | 89 | 92 |
| | 25 | 74 | 76 | 78 | 79 | 81 | 83 | 85 | 86 | 88 | 89 |
| | | 92 | 94 | 96 | 98 | 100 | 102 | 104 | 106 | 108 | 110 |
| | 32 | 94 | 96 | 98 | 100 | 102 | 105 | 106 | 108 | 110 | 113 |
| | | 114 | 115 | 118 | 121 | 123 | 125 | 128 | 130 | 132 | 135 |
| | 40 | 107 | 109 | 111 | 114 | 116 | 119 | 121 | 123 | 125 | 128 |
| | | 127 | 129 | 132 | 135 | 137 | 141 | 143 | 145 | 149 | 151 |
| | 50 | 134 | 137 | 141 | 143 | 146 | 149 | 152 | 156 | 158 | 162 |
| | | 155 | 157 | 160 | 164 | 167 | 171 | 174 | 177 | 182 | 185 |
| 70 | 10 | 46 | 48 | 49 | 49 | 50 | 51 | 52 | 52 | 53 | 55 |
| | | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 70 | 71 | 73 | 73 |
| | 15 | 59 | 60 | 61 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 70 |
| | | 77 | 79 | 80 | 81 | 82 | 84 | 86 | 87 | 89 | 91 |
| | 20 | 74 | 75 | 77 | 78 | 80 | 81 | 83 | 84 | 86 | 87 |
| | | 93 | 95 | 96 | 97 | 100 | 102 | 103 | 105 | 107 | 108 |
| | 25 | 93 | 94 | 96 | 97 | 100 | 101 | 103 | 107 | 107 | 109 |
| | | 113 | 114 | 116 | 118 | 121 | 123 | 125 | 128 | 128 | 131 |
| | 32 | 117 | 119 | 121 | 123 | 125 | 128 | 130 | 133 | 135 | 137 |
| | | 138 | 141 | 143 | 145 | 148 | 151 | 153 | 156 | 159 | 162 |
| | 40 | 132 | 135 | 137 | 140 | 143 | 145 | 148 | 151 | 152 | 154 |
| | | 155 | 157 | 160 | 163 | 166 | 168 | 172 | 174 | 178 | 180 |
| | 50 | 165 | 167 | 171 | 174 | 178 | 180 | 185 | 187 | 191 | 194 |
| | | 187 | 191 | 194 | 198 | 202 | 205 | 208 | 213 | 215 | 218 |
| 80 | 10 | 56 | 57 | 58 | 58 | 59 | 60 | 61 | 63 | 64 | 65 |
| | | 75 | 75 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 84 | 85 | 86 |
| | 15 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 77 | 78 | 79 | 81 | 81 |
| | | 92 | 93 | 94 | 96 | 98 | 100 | 101 | 101 | 102 | 105 |
| | 20 | 88 | 89 | 92 | 93 | 94 | 96 | 98 | 99 | 101 | 102 |
| | | 109 | 111 | 114 | 115 | 117 | 120 | 121 | 123 | 125 | 127 |
| | 25 | 110 | 113 | 114 | 116 | 119 | 120 | 122 | 124 | 125 | 128 |
| | | 134 | 136 | 138 | 141 | 143 | 145 | 146 | 149 | 151 | 153 |
| | 32 | 139 | 142 | 144 | 146 | 149 | 151 | 153 | 156 | 158 | 162 |
| | | 164 | 166 | 170 | 172 | 174 | 178 | 180 | 182 | 186 | 188 |
| | 40 | 158 | 160 | 165 | 166 | 169 | 173 | 174 | 177 | 180 | 182 |
| | | 184 | 186 | 189 | 192 | 195 | 198 | 201 | 204 | 208 | 210 |
| | 50 | 196 | 200 | 203 | 207 | 210 | 214 | 217 | 221 | 224 | 228 |
| | | 223 | 227 | 230 | 235 | 238 | 242 | 246 | 250 | 255 | 257 |

| $t_T - t_B, ^\circ\text{C}$ | Умовний діаметр, мм | Тепловіддача 1 м труби, Вт/м, при $t_T - t_B, ^\circ\text{C}$, через 1 $^\circ\text{C}$ | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 90 | 10 | 65 | 66 | 67 | 68 | 70 | 71 | 72 | 72 | 73 | 74 |
| | | 87 | 88 | 91 | 91 | 93 | 93 | 95 | 96 | 97 | 99 |
| | 15 | 82 | 84 | 86 | 87 | 88 | 89 | 91 | 92 | 93 | 94 |
| | | 107 | 108 | 110 | 112 | 114 | 115 | 117 | 119 | 120 | 123 |
| | 20 | 103 | 106 | 107 | 108 | 110 | 112 | 114 | 115 | 116 | 118 |
| | | 128 | 131 | 132 | 135 | 137 | 138 | 141 | 143 | 144 | |
| | 25 | 130 | 131 | 134 | 136 | 137 | 138 | 139 | 142 | 146 | |
| | | 156 | 158 | 160 | 163 | 164 | 167 | 170 | 172 | 175 | 177 |
| | 32 | 164 | 166 | 168 | 171 | 173 | 175 | 179 | 181 | 184 | |
| | | 191 | 194 | 196 | 200 | 201 | 204 | 208 | 212 | 214 | 216 |
| | 40 | 186 | 188 | 190 | 194 | 196 | 200 | 202 | 206 | 208 | 212 |
| | | 214 | 217 | 220 | 223 | 227 | 229 | 232 | 236 | 238 | 242 |
| | 50 | 231 | 235 | 238 | 243 | 246 | 250 | 253 | 257 | 260 | 264 |
| | | 260 | 265 | 270 | 272 | 275 | 280 | 284 | 288 | 293 | |
| 100 | 10 | 75 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 |
| | | 101 | 102 | 103 | 105 | 106 | 107 | 108 | 110 | 112 | |
| | 15 | 95 | 97 | 99 | 100 | 100 | 101 | 102 | 103 | 105 | |
| | | 122 | 124 | 126 | 128 | 129 | 131 | 134 | 135 | 136 | |
| | 20 | 120 | 122 | 123 | 124 | 127 | 129 | 130 | 132 | 134 | |
| | | 149 | 152 | 155 | 156 | 158 | 159 | 162 | 164 | 166 | |
| | 25 | 149 | 150 | 152 | 154 | 157 | 159 | 162 | 164 | 166 | |
| | | 180 | 182 | 186 | 188 | 191 | 194 | 195 | 199 | 200 | 201 |
| | 32 | 188 | 191 | 193 | 196 | 199 | 202 | 204 | 206 | 209 | 212 |
| | | 222 | 224 | 228 | 231 | 235 | 237 | 239 | 243 | 246 | 250 |
| | 40 | 214 | 217 | 220 | 223 | 227 | 230 | 233 | 236 | 239 | 242 |
| | | 246 | 250 | 253 | 257 | 260 | 265 | 267 | 271 | 274 | 278 |
| | 50 | 268 | 272 | 275 | 279 | 284 | 287 | 292 | 295 | 299 | 303 |
| | | 300 | 305 | 309 | 314 | 318 | 322 | 327 | 330 | 335 | 339 |
| 110 | 10 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 93 | 94 | 95 | 96 |
| | | 113 | 115 | 116 | 118 | 119 | 120 | 122 | 124 | 125 | 126 |
| | 15 | 108 | 109 | 110 | 111 | 113 | 115 | 116 | 117 | 118 | 120 |
| | | 139 | 140 | 142 | 144 | 145 | 147 | 149 | 151 | 153 | 154 |
| | 20 | 136 | 137 | 139 | 140 | 142 | 144 | 146 | 148 | 150 | 152 |
| | | 169 | 171 | 173 | 175 | 177 | 180 | 182 | 184 | 187 | 189 |
| | 25 | 169 | 172 | 174 | 176 | 178 | 180 | 182 | 184 | 187 | 189 |
| | | 205 | 208 | 211 | 214 | 216 | 219 | 221 | 224 | 227 | 230 |
| | 32 | 207 | 210 | 212 | 216 | 218 | 222 | 224 | 226 | 229 | 232 |
| | | 244 | 246 | 251 | 254 | 258 | 260 | 262 | 266 | 269 | 274 |
| | 40 | 235 | 239 | 242 | 245 | 249 | 253 | 256 | 259 | 262 | 263 |
| | | 271 | 275 | 278 | 282 | 286 | 291 | 293 | 297 | 300 | 304 |
| | 50 | 295 | 299 | 302 | 306 | 312 | 315 | 321 | 324 | 327 | 330 |
| | | 330 | 335 | 339 | 345 | 349 | 354 | 359 | 362 | 368 | 370 |

| $t_T - t_B, ^\circ\text{C}$ | Умовний діаметр, мм | Тепловіддача 1 м труби, Вт/м, при $t_T - t_B, ^\circ\text{C}$, через 1 $^\circ\text{C}$ | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 120 | 10 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 |
| | | 128 | 130 | 131 | 133 | 135 | 136 | 138 | 140 | 141 | 143 |
| | 15 | 122 | 123 | 124 | 126 | 128 | 129 | 130 | 132 | 134 | 135 |
| | | 156 | 158 | 160 | 162 | 164 | 166 | 168 | 170 | 172 | 173 |
| | 20 | 154 | 156 | 157 | 159 | 160 | 162 | 164 | 166 | 168 | 170 |
| | | 191 | 193 | 195 | 198 | 200 | 202 | 205 | 207 | 209 | 212 |
| | 25 | 192 | 194 | 197 | 199 | 201 | 204 | 206 | 208 | 211 | 213 |
| | | 233 | 235 | 238 | 241 | 244 | 247 | 249 | 252 | 255 | 257 |
| | 32 | 226 | 229 | 231 | 234 | 237 | 240 | 242 | 244 | 247 | 251 |
| | | 166 | 169 | 173 | 176 | 180 | 182 | 184 | 188 | 191 | 195 |
| | 40 | 257 | 260 | 263 | 266 | 270 | 274 | 277 | 280 | 283 | 286 |
| | | 295 | 300 | 302 | 307 | 310 | 315 | 317 | 321 | 325 | 329 |
| | 50 | 321 | 326 | 329 | 333 | 338 | 341 | 347 | 350 | 354 | 358 |
| | | 360 | 366 | 369 | 375 | 379 | 383 | 388 | 391 | 397 | 401 |
| 130 | 10 | 97 | 100 | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | |
| | | 131 | 132 | 133 | 135 | 136 | 137 | 138 | 141 | 143 | |
| | 15 | 123 | 125 | 128 | 129 | 129 | 130 | 130 | 132 | 134 | |
| | | 159 | 160 | 163 | 165 | 166 | 168 | 171 | 173 | 174 | |
| | 20 | 156 | 158 | 159 | 160 | 163 | 166 | 167 | 169 | 171 | |
| | | 194 | 197 | 200 | 201 | 203 | 204 | 208 | 210 | 212 | |
| | 25 | 194 | 194 | 197 | 200 | 202 | 204 | 208 | 210 | 212 | |
| | | 234 | 236 | 241 | 242 | 246 | 249 | 250 | 255 | 256 | |
| | 32 | 244 | 248 | 249 | 253 | 256 | 259 | 261 | 264 | 267 | |
| | | 289 | 290 | 295 | 298 | 303 | 304 | 306 | 311 | 314 | |
| | 40 | 278 | 281 | 284 | 288 | 292 | 295 | 300 | 302 | 305 | |
| | | 320 | 324 | 327 | 331 | 334 | 340 | 342 | 347 | 350 | |
| | 50 | 348 | 352 | 355 | 360 | 365 | 369 | 374 | 378 | 382 | |
| | | 390 | 395 | 400 | 405 | 409 | 414 | 419 | 422 | 428 | |

Додаток 2

Коефіцієнт b урахування атмосферного тиску в районі будівництва

| Тип опалювального приладу | Атмосферний тиск, Па(мм рт.ст.) | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|-----------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1040 (780) | 1013,3 (760) | 1000 (750) | 987 (740) | 973 (730) | 960 (720) | 947 (710) | 933 (700) | 920 (690) |
| Радіатор секційний чавунний | 1,011 | 1,000 | 0,994 | 0,989 | 0,983 | 0,977 | 0,972 | 0,966 | 0,960 |
| Радіатор сталевий панельний “RADIK KLASIK”, тип | | | | | | | | | |
| 10 | 1,009 | 1,000 | 0,995 | 0,990 | 0,986 | 0,982 | 0,977 | 0,973 | - |
| 11,20 | 1,010 | 1,000 | 0,995 | 0,989 | 0,984 | 0,978 | 0,973 | 0,968 | - |
| 21 | 1,012 | 1,000 | 0,994 | 0,988 | 0,983 | 0,977 | 0,971 | 0,965 | - |
| 22 | 1,012 | 1,000 | 0,994 | 0,987 | 0,981 | 0,975 | 0,969 | 0,963 | - |
| 33 | 1,013 | 1,000 | 0,993 | 0,986 | 0,980 | 0,973 | 0,967 | 0,961 | - |

Додаток 3

Значення показників n, p, c для визначення теплового потоку опалювальних приладів

| Тип опалювального приладу | Напрямок руху теплоносія | Витрата теплоносія G, кг/год | n | p | c |
|--|--------------------------|------------------------------|------|-------|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Радіатор чавунний секційний і сталевий панельний однорядовий і дворядовий типу РСВ1 | зверху - униз | 18-50 | 0,3 | 0,02 | 1,039 |
| | | 54-536 | | 0 | 1,0 |
| | | 536-900 | | 0,01 | 0,996 |
| | знизу- униз | 18-115 | 0,15 | 0,08 | 1,092 |
| | | 119-900 | | 0 | 1,0 |
| | знизу- уверх | 18-61 | 0,25 | 0,12 | 1,113 |
| Конвектор настінний із кожухом типу «Комфорт-20» конвектор підлоговий із кожухом типів «Ритм», «Ритм – 1500» | - | 36-86 | 0,35 | 0,18 | 1 |
| | | 90-900 | | 0,07 | |
| Конвектор підлоговий високого типу «КВ» | - | 36-900 | 0,25 | 0,1 | 1 |
| Конвектори настінні із кожухом типів «Універсал», «Універсал С» | Будь яке | 36-86 | 0,3 | 0,18 | 1 |
| | | 90-900 | | 0,07 | |
| Конвектор настінний без кожуха типу «Аккорд» однорядовий і дворядовий | Будь-яке | 36-900 | 0,2 | 0,03 | 1 |
| Радіатор сталевий панельного типу РСГ2 однорядовий | зверху - униз | 22-288 | 0,3 | 0,025 | 1 |
| | | 324-900 | | 0 | |
| | знизу- уверх | 22-288 | 0,25 | 0,08 | 1 |
| | | 324-900 | | 0 | |

Продовження додатку 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|---------------|---------|------|------|---|
| теж саме дворядовий | зверху - униз | 22-288 | 0,3 | 0,01 | 1 |
| | | 324-900 | | 0 | |
| | знизу- уверх | 22-288 | 0,25 | 0,08 | 1 |
| | | 324-900 | | 0 | |
| Конвектор опалювальний типу «Прогрес 15к» | Будь-яке | 36-900 | 0,2 | 0,06 | 1 |
| Теж саме, «Прогрес 20к» | | 36-900 | 0,14 | 0,07 | 1 |
| Труба опалювальна чавунна | - | 36-900 | 0,25 | 0,07 | 1 |
| Прилад опалювальний бі-металевий литий типу «Коралл» | - | 96-900 | 0,3 | 0,04 | 1 |
| Труба опалювальна сталева $D_y = 40 \div 100$ | Будь-яке | 30-900 | 0,32 | 0 | 1 |

Додаток 4

Значення номінального умовного коефіцієнту теплопередачі
опалювальних приладів

| Тип опалювального приладу | Значення K_{ny} , Вт/(м ² · К) |
|------------------------------|--|
| Радіатор чавунний секційний: | |
| МС-140-98 | 10,36 |
| МС-140-108 | 10,83 |
| МС-90-108 | 11,46 |
| Конвектор з кожухом: | |
| Універсал | 5,1 |
| Універсал С | 4,93 |

Номенклатура й технічна характеристика опалювальних пристроїв

| Найменування і марка опалювальних пристроїв | Номінальний тепловий потік f , Вт | Площа зовнішньої поверхні нагріву, F , м ² |
|---|-------------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Радіатори чавунні МС-140-108 | 185 | 0,244 |
| МС-140-98 | 174 | 0,240 |
| М-140 АО | 178 | 0,299 |
| М-140 А | 164 | 0,254 |
| М-90 | 140 | 0,2 |
| МС-90-108 | 150 | 0,187 |
| Радіатори сталеві панельні однорядові | | |
| РСВ1-1 | 504 | 0,71 |
| РСВ1-2 | 676 | 0,95 |
| РСВ1-3 | 850 | 1,19 |
| РСВ1-4 | 1025 | 1,44 |
| РСВ1-5 | 1199 | 1,68 |
| РСГ2-1-2 | 400 | 0,54 |
| РСГ2-1-3 | 553 | 0,74 |
| РСГ2-1-4 | 706 | 0,95 |
| РСГ2-1-5 | 884 | 1,19 |
| РСГ2-1-6 | 1056 | 1,44 |
| РСГ2-1-7 | 1231 | 1,68 |
| РСГ2-1-8 | 1406 | 1,93 |
| РСГ2-1-9 | 1581 | 2,17 |
| дворядові 2РСВ1-1 | 873 | 1,42 |

| | | |
|-----------------------|------|------|
| 2PCB1-2 | 1177 | 1,9 |
| 2PCB1-3 | 1475 | 2,38 |
| 2PCB1-4 | 1779 | 2,88 |
| 2PCB1-5 | 2083 | 3,36 |
| PCГ2-2-4 | 1160 | 1,08 |
| PCГ2-2-5 | 1446 | 1,48 |
| PCГ2-2-6 | 1730 | 1,9 |
| PCГ2-2-7 | 2012 | 2,38 |
| PCГ2-2-8 | 2294 | 3,36 |
| PCГ2-2-9 | 2574 | 4,31 |
| “RADIK KLASIK” | | |
| однорядові | | |
| 10-300-500 | 274 | 0,33 |
| 10-500-600 | 517 | 0,68 |
| 10-500-800 | 689 | 0,9 |
| 10-600-600 | 608 | 0,81 |
| 100-600-800 | 810 | 1,08 |
| 11-500-500 | 645 | 2,0 |
| 11-500-600 | 773 | 2,4 |
| 11-500-800 | 1030 | 3,2 |
| 11-500-1000 | 1289 | 4,0 |
| 11-500-1200 | 1546 | 4,8 |
| 11-600-600 | 911 | 2,88 |
| 11-600-800 | 1215 | 3,84 |
| 11-600-1000 | 1519 | 4,8 |
| 11-600-1200 | 1822 | 5,76 |
| дворядові | | |
| 21-500-500 | 865 | 2,21 |
| 21-500-600 | 1039 | 2,65 |
| 21-500-800 | 1385 | 3,53 |

| | | |
|-------------|------|------|
| 21-500-900 | 1558 | 3,97 |
| 21-500-1000 | 1731 | 4,41 |
| 21-500-1200 | 2078 | 5,29 |
| 21-600-500 | 1012 | 2,65 |
| 21-600-600 | 1215 | 3,17 |
| 21-600-800 | 1620 | 4,23 |
| 21-600-1000 | 2025 | 5,29 |
| 21-600-1200 | 2430 | 6,35 |
| 21-900-600 | 1705 | 4,82 |
| 21-900-800 | 2273 | 6,43 |
| 21-900-1000 | 2841 | 8,04 |
| 22-300-800 | 1199 | 2,96 |
| 22-300-900 | 1349 | 3,33 |
| 22-300-1000 | 1499 | 3,7 |
| 22-300-1200 | 1799 | 4,44 |
| 22-300-1400 | 2099 | 5,18 |
| 22-300-1600 | 2398 | 5,92 |
| 22-300-1800 | 2698 | 6,65 |
| 22-300-2000 | 2998 | 7,39 |
| 22-500-500 | 1153 | 3,26 |
| 22-500-600 | 1384 | 3,91 |
| 22-500-800 | 1845 | 5,21 |
| 22-500-1000 | 2307 | 6,51 |
| 22-500-1200 | 2768 | 7,81 |
| 22-500-1400 | 3230 | 9,11 |
| 22-600-500 | 1350 | 3,98 |
| 22-600-600 | 1620 | 4,77 |
| 22-600-700 | 1890 | 5,57 |
| 22-600-800 | 2160 | 6,36 |

| | | |
|--|------|-------|
| 22-600-900 | 2430 | 7,16 |
| 22-600-1000 | 2700 | 7,96 |
| 22-600-1200 | 3240 | 9,55 |
| 22-600-1400 | 3780 | 11,14 |
| 22-600-1600 | 4320 | 12,73 |
| 22-600-1800 | 4860 | 14,32 |
| 22-900-500 | 1894 | 6,07 |
| 22-900-600 | 2273 | 7,28 |
| 22-900-800 | 3030 | 9,71 |
| 22-900-1000 | 3788 | 12,14 |
| Конвектори настінні з кожухом типу “Універсал”: | | |
| кінцеві | | |
| КН 20-0,400К | 400 | 0,952 |
| КН 20-0,479К | 479 | 1,14 |
| КН 20-0,655К | 655 | 1,83 |
| КН 20-0,786К | 786 | 2,20 |
| КН 20-0,918К | 918 | 2,57 |
| КН 20-1,049К | 1049 | 2,94 |
| КН 20-1,180К | 1180 | 3,30 |
| КН 20-1,311К | 1311 | 3,67 |
| КН 20-1,442К | 1442 | 4,04 |
| КН 20-1,573К | 1573 | 4,41 |
| КН 20-1,704К | 1704 | 4,77 |
| КН 20-1,835К | 1835 | 5,14 |
| КН 20-1,966К | 1966 | 5,51 |
| Конвектори настінні без кожуха типу “Акорд” | | |
| КА-0,336К | 336 | 0,98 |
| КА-0,448К | 448 | 1,3 |

| | | |
|--|------|-------|
| КА-0,560К | 560 | 1,63 |
| КА-0,672К | 672 | 1,96 |
| КА-0,784К | 784 | 2,28 |
| КА-0,896К | 896 | 2,61 |
| КА-1,008К | 1008 | 2,94 |
| КА-1,120К | 1120 | 3,26 |
| Дворядові | | |
| К2А-0,621К | 621 | 1,95 |
| К2А-0,823К | 823 | 2,6 |
| К2А-1,030К | 1030 | 3,25 |
| К2А-1,237К | 1237 | 3,9 |
| К2А-1,445К | 1445 | 4,56 |
| К2А-1,646К | 1646 | 5,19 |
| К2А-1,854К | 1854 | 5,85 |
| К2А-2,061К | 2061 | 6,5 |
| Конвектори настінні з кожухом типу “Комфорт-20”: | | |
| кінцеві | | |
| КН20-0,372 К | 372 | 0,71 |
| КН20-0,515 К | 515 | 1,12 |
| КН20-0,655 К | 655 | 1,42 |
| КН20-0,820 К | 820 | 1,775 |
| КН20-0,985 К | 985 | 2,13 |
| КН20-1,150 К | 1150 | 2,485 |
| КН20-1,315 К | 1315 | 2,84 |
| КН20-1,475 К | 1475 | 3,195 |
| КН20-1,640 К | 1640 | 3,55 |
| КН20-1,805 К | 1805 | 3,905 |
| КН20-1,970 К | 1970 | 4,26 |

Значення коефіцієнта одночасності K_0

| Кількість квартир | K_0 , 4-х комф.плита |
|-------------------|------------------------|
| 1 | 1 |
| 2 | 0,65 |
| 3 | 0,45 |
| 4 | 0,35 |
| 5 | 0,29 |
| 6 | 0,28 |
| 7 | 0,27 |
| 8 | 0,265 |
| 9 | 0,258 |
| 10 | 0,254 |
| 15 | 0,24 |
| 20 | 0,235 |
| 30 | 0,231 |
| 40 | 0,227 |
| 50 | 0,223 |
| 100 | 0,21 |

Дані для розрахунку внутрішніх газопроводів

| Втрати тиску, кгс/м ² , на 1 м труби | Кількість газу (м ³ /год), що проходить крізь водогазоповідну трубу діаметром, мм | | | | | | | |
|---|---|------|------|------|------|------|------|------|
| | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 | 80 |
| 0,02 | 0,09 | 0,3 | 0,78 | 2,1 | 3,05 | 6,11 | 12 | 19 |
| 0,03 | 0,13 | 0,44 | 1,16 | 2,64 | 3,82 | 7,7 | 15,2 | 23,9 |
| 0,044 | 0,2 | 0,64 | 1,54 | 3,27 | 4,74 | 9,54 | 18,8 | 29,7 |
| 0,06 | 0,22 | 0,79 | 1,66 | 3,53 | 5,12 | 10,3 | 20,3 | 32 |
| 0,062 | 0,27 | 0,92 | 1,88 | 4,02 | 5,82 | 11,7 | 23 | 36,4 |
| 0,081 | 0,33 | 1,08 | 2,08 | 4,46 | 6,46 | 13 | 25,6 | 40,4 |
| 0,085 | 0,36 | 1,13 | 2,18 | 4,67 | 6,76 | 13,6 | 26,8 | 42,3 |
| 0,094 | 0,42 | 1,22 | 2,36 | 5,08 | 7,36 | 14,8 | 29,1 | 46 |
| 0,1 | 0,44 | 1,29 | 2,47 | 5,28 | 7,65 | 15,4 | 30,3 | 47,9 |
| 0,2 | 0,84 | 1,91 | 3,66 | 7,85 | 11,4 | 22,9 | 45,1 | 71,2 |
| 0,3 | 1,06 | 2,4 | 4,62 | 9,91 | 14,3 | 28,9 | 56,9 | 89,9 |
| 0,4 | 1,25 | 2,83 | 5,44 | 11,7 | 16,9 | 34 | 67 | 106 |
| 0,5 | 1,42 | 3,22 | 6,19 | 13,3 | 19,2 | 38,4 | 76,2 | 120 |
| 0,6 | 1,58 | 3,57 | 6,86 | 14,7 | 21,3 | 42,9 | 84,5 | 133 |
| 0,75 | 1,79 | 4,06 | 7,8 | 16,7 | 24,2 | 48,8 | 9,61 | 151 |
| 0,875 | 1,96 | 4,43 | 8,52 | 18,4 | 26,5 | 53,3 | 105 | 16 |
| 1 | 2,11 | 4,78 | 9,2 | 19,7 | 28,6 | 57,5 | 113 | 179 |
| 2 | 3,14 | 7,05 | 13,6 | 29,2 | 42,8 | 84,9 | 162 | 252 |
| 3 | 3,99 | 8,95 | 17,5 | 36,7 | 52,6 | 103 | 199 | 310 |

Втрати теплоти трубами секційних вузлів(над рисою вказані тепловтрати 1 м трубопроводів гарячого водопостачання, приєднаних до закритих систем теплопостачання, під рисою – відкритих систем теплопостачання)

| Місце прокладання | Тепловтрати, Вт, 1 м трубопроводу діаметром, мм | | | | | | |
|--|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 |
| Головні стояки, що подають(ізолювані) при прокладанні їх у штрабі чи комунікаційній шахті | - | - | - | - | <u>19,72</u> 25,29 | <u>22,16</u> 28,42 | <u>27,14</u> 34,8 |
| Водорозбірні стояки(ізолювані) при прокладанні їх у шахті санітарно-технічної кабінки, борозні чи комунікаційній шахті: | | | | | | | |
| без рушникосушильників | <u>11,25</u> 14,85 | <u>12,53</u> 16,47 | <u>13,8</u> 18,21 | <u>15,66</u> 20,65 | - | - | - |
| з рушникосушильниками | - | <u>20,65</u> 27,14 | <u>24,01</u> 31,67 | <u>29,35</u> 38,63 | - | - | - |
| Водорозбірні стояки(неізолювані) при прокладанні їх у шахті санітарно-технічної кабінки, борозні, комунікаційній шахті чи відкрито у ванній кімнаті, кухні | <u>24,01</u> 31,67 | <u>29,58</u> 38,98 | <u>35,03</u> 46,17 | <u>43,85</u> 57,77 | - | - | - |
| Розподільчі трубопроводи трубопроводи (ізолювані) й підключаючі ділянки стояків (що подають) у підвалі й на сходовій клітці | | | | | | | |
| у підвалі й на сходовій клітці | <u>15,66</u> 19,26 | <u>17,4</u> 21,34 | <u>19,14</u> 23,55 | <u>21,81</u> 26,8 | <u>24,13</u> 29,7 | <u>27,14</u> 33,41 | <u>33,18</u> 40,83 |
| на теплому горіщі | <u>13,46</u> 17,05 | <u>15,08</u> 19,14 | <u>16,59</u> 20,99 | <u>18,91</u> 23,89 | <u>20,76</u> 26,33 | <u>23,43</u> 29,69 | <u>28,54</u> 36,19 |
| на холодному горіщі | <u>19,26</u> 22,85 | <u>21,46</u> 25,4 | <u>23,55</u> 27,96 | <u>26,91</u> 31,9 | <u>29,69</u> 35,26 | <u>33,41</u> 39,67 | <u>40,83</u> 48,49 |
| Циркуляційні трубопроводи | | | | | | | |
| у підвалі (ізолювані) | <u>12,64</u> 16,24 | <u>14,04</u> 18,01 | <u>15,43</u> 19,84 | <u>17,52</u> 22,7 | <u>19,37</u> 24,94 | <u>21,81</u> 28,07 | <u>26,68</u> 34,34 |
| на теплому горіщі (ізолювані) | <u>10,44</u> 14,04 | <u>11,6</u> 15,54 | <u>12,76</u> 17,17 | <u>14,62</u> 19,6 | <u>16,01</u> 21,58 | <u>18,09</u> 24,36 | <u>22,16</u> 29,81 |
| на холодному горіщі (ізолювані) | <u>16,24</u> 19,84 | <u>18,09</u> 22,16 | <u>19,84</u> 24,24 | <u>22,5</u> 27,49 | <u>24,94</u> 30,51 | <u>28,07</u> 34,34 | <u>34,34</u> 41,99 |
| у приміщенні квартири (неізолювані) | <u>23,2</u> 31,2 | <u>28,54</u> 38,4 | <u>33,87</u> 45,59 | <u>42,46</u> 57,07 | <u>49,88</u> 67,05 | <u>60,32</u> 81,08 | <u>83,52</u> 112,29 |
| на сходовій клітці(неізолювані) | <u>27,26</u> 35,26 | <u>33,52</u> 43,38 | <u>39,67</u> 51,27 | <u>49,95</u> 64,26 | <u>58,35</u> 75,52 | <u>70,53</u> 91,29 | <u>98,02</u> 126,90 |
| Циркуляційні стояки при прокладанні їх у штрабі санітарно-технічної кабінки чи відкрито у ванній кімнаті | | | | | | | |
| ізолювані | <u>9,74</u> 13,34 | <u>10,9</u> 14,96 | <u>11,95</u> 16,36 | <u>13,57</u> 18,56 | <u>14,96</u> 20,53 | <u>16,94</u> 23,2 | <u>20,65</u> 28,3 |
| неізолювані | <u>21,58</u> 29,58 | <u>26,68</u> 36,54 | <u>31,44</u> 43,04 | <u>39,44</u> 54,06 | <u>46,4</u> 63,57 | <u>56,03</u> 76,79 | <u>77,95</u> 106,84 |

ДОДАТОК 9

Завданням на контрольну роботу передбачається вирішення задач за варіантами, номери яких зазначені в таблиці

| Номери задач | Номери варіантів | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| <i>За I розділом</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 2 | 4 | 1 | 3 | 5 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 3 | 1 | 2 | 5 | 1 | 5 | 4 | 5 |
| 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 5 | 5 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 | 5 | 1 |
| 4 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 4 | 1 | 3 | 5 | 2 | 5 | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 5 | 5 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| 5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 5 | 2 | 4 | 1 | 3 | 1 | 5 | 5 | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 3 | 5 | 2 | 4 | 2 | 3 | 4 | 5 | 4 | 3 | 4 | 5 | 3 | 1 | 4 | 5 | 1 | 1 | 3 |
| 7 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 2 | 4 | 1 | 3 | 5 | 1 | 4 | 5 | 4 | 3 | 4 | 5 | 3 | 1 | 5 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 |
| 8 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 5 | 5 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 | 5 | 1 |
| 9 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 2 | 4 | 1 | 3 | 5 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 3 | 1 | 2 | 5 | 1 | 5 | 4 | 5 |
| 11 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 5 | 5 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 | 5 | 1 |
| 12 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 4 | 1 | 3 | 5 | 2 | 5 | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 5 | 5 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| <i>За II розділом</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 5 | 3 | 1 | 4 | 2 | 5 | 3 | 1 | 2 | 3 | 5 | 3 | 1 | 4 | 2 | 5 | 3 | 1 | 4 | 2 | 4 | 5 | 1 | 4 | 2 |
| 2 | 5 | 5 | 5 | 1 | 5 | 3 | 1 | 3 | 3 | 4 | 4 | 2 | 5 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 2 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 1 |
| 3 | 1 | 3 | 1 | 4 | 1 | 5 | 2 | 2 | 4 | 5 | 3 | 1 | 4 | 5 | 2 | 4 | 4 | 5 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 5 |
| 4 | 4 | 4 | 2 | 5 | 2 | 1 | 3 | 5 | 5 | 1 | 2 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 | 2 | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 4 |
| 5 | 5 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 | 1 | 4 | 1 | 5 | 3 | 4 | 5 | 5 | 3 |
| 6 | 3 | 1 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 3 | 5 | 3 | 1 | 1 | 5 | 1 | 5 | 3 | 5 | 3 | 4 | 5 | 1 | 4 | 2 |
| 7 | 2 | 4 | 3 | 1 | 5 | 3 | 5 | 1 | 3 | 4 | 4 | 2 | 5 | 2 | 2 | 5 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 1 |

| Номери задач | Номери варіантів | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| <i>За III та IV розділами</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 2 | 4 | 1 | 3 | 5 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 3 | 1 | 2 | 5 | 1 | 5 | 4 | 5 |
| 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 5 | 5 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 | 5 | 1 |
| 4 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 4 | 1 | 3 | 5 | 2 | 5 | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 5 | 5 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| 5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 5 | 2 | 4 | 1 | 3 | 1 | 5 | 5 | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 3 | 5 | 2 | 4 | 2 | 3 | 4 | 5 | 4 | 3 | 4 | 5 | 3 | 1 | 4 | 5 | 1 | 1 | 3 |
| 7 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 2 | 4 | 1 | 3 | 5 | 1 | 4 | 5 | 4 | 3 | 4 | 5 | 3 | 1 | 5 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 |
| 8 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 5 | 5 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 | 5 | 1 |

ЗМІСТ

| | |
|------------------------|---|
| ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ..... | 3 |
|------------------------|---|

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ І.І. ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЯ БУДИНКІВ

| | |
|--|----|
| РОЗДІЛ І. ОПАЛЕННЯ БУДИНКІВ..... | 4 |
| 1.1.Теплотехнічний розрахунок конструкцій, що огорожують..... | 4 |
| 1.1.1.Теплотехнічний розрахунок стіни..... | 4 |
| 1.1.2.Визначення тепловтрат будинку..... | 5 |
| 1.2. Конструювання водяної системи опалення будівлі..... | 6 |
| 1.2.1.Розміщення опалювальних приладів на планах поверху. Приєднання опалювальних пристроїв до стояків..... | 6 |
| 1.2.2.Розрахунок елементів системи водяного опалення..... | 7 |
| Приклади вирішення задач з розділу І..... | 10 |
| Варіанти задач для розв'язання з розділу І..... | 14 |
| РОЗДІЛ ІІ. ВЕНТИЛЯЦІЯ БУДИНКІВ..... | 19 |
| 2.1. Розрахунок витрат повітря у приміщеннях..... | 19 |
| 2.2. Розміщення каналів і повітроводів на плані останнього поверху..... | 20 |
| 2.3.Гідравлічний розрахунок системи вентиляції..... | 22 |
| Приклади вирішення задач з розділу ІІ..... | 24 |
| Варіанти задач для вирішення з розділу ІІ..... | 26 |
| ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ І.2. ГАЗО- Й ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ | |
| РОЗДІЛ ІІІ. ГАЗОПОСТАЧАННЯ БУДИНКІВ..... | 29 |
| 3.1.Проектування внутрішнього газопостачання | 29 |
| 3.1.1. Розтошування газових приладів в будинку..... | 29 |
| 3.1.2. Розтошування внутрішніх газопроводів та вводу..... | 30 |
| 3.1.3. Гідравлічний розрахунок газопроводів..... | 30 |
| РОЗДІЛ ІV. ГАРЯЧЕ ВОДОСТАЧАННЯ БУДИНКІВ..... | 31 |
| 4.1. Конструювання системи гарячого водопостачання житлового будинку..... | 31 |
| 4.2. Обладнання систем гарячого водопостачання та її розрахунок..... | 32 |
| Приклади вирішення задач з розділів ІІІ та ІV..... | 36 |
| Варіанти задач для вирішення з розділів ІІІ та ІV..... | 38 |
| Список літератури..... | 41 |
| ДОДАТКИ..... | 42 |

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до практичних занять з курсу »Теплогазопостачання та вентиляція» (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання, освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напряму підготовки 0926 – «Водні ресурси», (6.060103 – «Гідротехніка (Водні ресурси)»).

Укладач: Наталія Юрїївна Колеснік

Редактор: М.З. Аляб'єв

Комп'ютерна верстка: І.В. Волосожарова

План 2009, поз. 151М

| | | |
|---------------------------|-----------------------|--------------------|
| Підп. до друку 21.01.2010 | Формат 60x84 1 /16 | Папір офісний |
| Друк на ризографі. | Умовн.-друк. арк. 2,4 | Обл.-вид. арк. 3,0 |
| Замовл № | Тираж 50 прим. | |

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ
61002, Харків, вул. Революції, 12